تم تحميل وعرض المادة من :

موقع واجباتي
www.wajibati.net

موقع واجباتي منصة تعليمية تساهم بنشر
حل المناهج الدراسية بشكل متميز لترتقي بمجال التعليم
على الإنترنت ويستطيع الطلاب تصفح حلول الكتب مباشرة
لجميع المراحل التعليمية المختلفة

* جميع الحقوق محفوظة للقائمين على الموقع *

الفصل الرابع: الحركة الدورانية

4-1 :وصف الحركة الدورانية

الحركة الدائرية والحركة الدورانية

- **الحركة الدائرية**: حركة جسم بأكمله في مسار دائري على محيط دائرة. مثل حركة جسم مربوط في خيط في مسار دائري.
- **الحركة الدورانية**:دوران الجسم حول محور دوران . مثل دوران اطار سيارة حول محوره – دوران قرص دائري حول محوره - دوران الباب. دوران الأرض حول محورها.

وحدات قياس زوايا الدوران

1- **الدرجة** : وتعادل $\frac{1}{360}$ من الدورة الكاملة. أي أن الدورة الكاملة= 360درجة.

2- **الراديان**(Rad): وتعادل $\frac{1}{2\pi}$ من الدورة الكاملة. أي أن الدورة الكاملة = 2π راديان.

3- **الدورات**(Rev) : حيث الدورة الواحدة = $2\pi\ \text{rad} = 360^\circ$

وللتحويل من الدرجات الى وحدة الراديان نستخدم العلاقة:

$$1rad = 57.3\,\text{degree}$$

الزاوية بالدرجات $\xrightarrow{\times \frac{2\pi}{360}}$ الزاوية بالراديان

الزاوية بالدرجات $\xrightarrow{\times \frac{360}{2\pi}}$ الزاوية بالراديان

الزاوية بالدرجات $\xrightarrow{\times 57.3}$ الزاوية بالراديان

الزاوية بالراديان $\xrightarrow{\div 57.3}$ الزاوية بالدرجات

تدريب : يدور جسم بزاوية 120° . احسب الزاوية بوحدة الراديان . كم عدد الدورات التي يعملها الجسم؟

الازاحة الزاوية ($\Delta\theta$)

الازاحة الزاوية: هي التغير في الزاوية أثناء دوران الجسم. $\Delta\theta = \theta_f - \theta_i$

وتكون الإزاحة الزاوية (+) عندما يكون اتجاه الدوران في اتجاه عكس عقارب الساعة
وتكون الإزاحة الزاوية (-) عندما يكون اتجاه الدوران في اتجاه مع عقارب الساعة

السرعة الزاوية المتجهة (ω):

- **السرعة الزاوية** : تساوى الإزاحة الزاوية مقسومة على الزمن الذى يتطلبه حدوث الدوران.

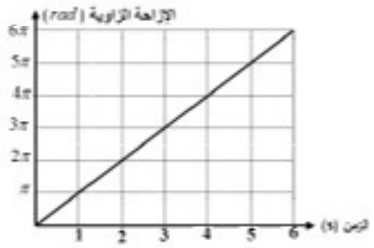
$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \qquad rad/s$$

وتكون السرعة الزاوية (+) عندما يكون اتجاه الدوران في اتجاه عكس عقارب الساعة
وتكون السرعة الزاوية (-) عندما يكون اتجاه الدوران في اتجاه مع عقارب الساعة

ملاحظة مهمة: في الأجسام الصلبة التي تتحرك حركة دورانية تتحرك جميع النقاط الواقعة عليه بنفس السرعة الزاوية لأنها تقطع زوايا متساوية خلال أزمنة، أما سرعتها الخطية فهي مختلفة نظرا لاختلاف المسافات التي تقطعها (أو نظرا لاختلاف انصاف الأقطار)

- **حساب السرعة الزاوية المتوسطة واللحظية من منحنى (الازاحة الزاوية- الزمن)**

1- السرعة الزاوية المتوسطة

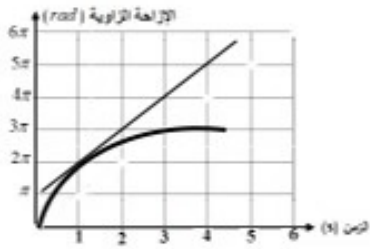


السرعة الزاوية تساوى ميل الخط المستقيم لمنحنى (الموقع الزاوي- الزمن) عندما تكون السرعة الزاوية منتظمة (ثابتة).

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \qquad rad/s$$

تدريب: يمثل الشكل المجاور منحنى (الازاحة الزاوية – الزمن) لجسم يتحرك حركة دورانية منتظمة. احسب السرعة الزاوية المتجهة للجسم.

2- السرعة الزاوية اللحظية



السرعة الزاوية تساوي ميل المماس لمنحنى (الموقع الزاوي- الزمن) عندما تكون السرعة الزاوية متغيرة.

تدريب: يمثل الشكل المجاور منحنى (الازاحة الزاوية – الزمن) لجسم يتحرك حركة دورانية متسارعة. احسب السرعة الزاوية عند اللحظة t=1s.

- **التردد الزاوى** f : هو عدد الدورات الكاملة التى يدورها الجسم فى الثانية الواحدة

$$f = \frac{\omega}{2\pi} \qquad rev/s$$

$$f = \frac{\text{عدد الدورات}}{\text{الزمن الكلى}} \qquad rev/s$$

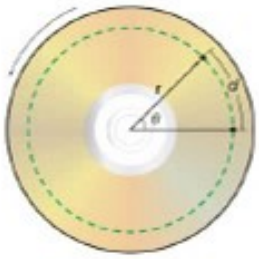
التسارع الزاوى α

تسارع الزاوى: يساوى التغير فى السرعة المتجهة المتوسطة مقسوما على الفترة الزمنية التى حدث فيها التغير

$$\alpha = \frac{\Delta \omega}{\Delta t} \quad rad/s^2$$

حسب التسارع الزاوى اللحظى من ميل المماس للمنحنى بين السرعة الزاوية المتجهة والزمن .

العلاقة بين الحركة الدائرية الخطية والحركة الدورانية



كان الجسم على المسار الدائرى يقطع مسافة خطية **d** بسرعة **v** وتسارع مركزى **a** وذلك أثناء قطعه
احة زاوية θ بسرعة زاوية ω وتسارع زاوى α.

العلاقة	الزاوية	الخطية	الكمية
$d = r\theta$	θ (rad)	d (m)	الإزاحة
$v = r\omega$	ω (rad/s)	v (m/s)	السرعة
$a = r\alpha$	α (rad/s^2)	a (m/s^2)	التسارع

تدريبات متنوعة على الحركة الدوروانية

ريب1: **احسب الإزاحة الزاوية لعقارب ساعة يد خلال** 1 h .

عقرب الثوانى

- عقرب الدقائق

-عقرب الساعات

ريب2:**إذا كان التسارع الخطى لعربة نقل** $1.85\ m/s^2$ **والتسارع الزاوى لإطاراتها** $5.23\ rad/s^2$ **. فما قطر الإطار الواحد؟**

ريب3 : **يدور القمر حول محوره دورة كاملة خلال** 27.3day **إذا كان نصف قطر القمر** $1.74\times10^6 m$

أ- احسب زمن دوران القمر بوحدة الثانية

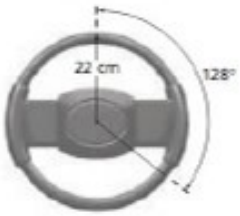
ب- احسب تردد القمر بوحدة rad/s

ج- احسب السرعة الخطية لصخرة على خط الإستواء للقمر الناتجة فقط عن دوران القمر

تدريب4:إذا كان قطر الكرة المستخدمة فى فأرة الحاسوب 2cm وحركت الفأرة 12cm فما الإزاحة الزاوية للكرة

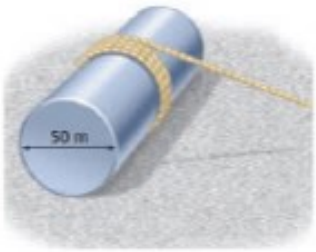
تدريب5:يدور الملف الإسطوانى فى محرك غسالة الملابس بمعدل $635 rev/\min$ وعند فتح غطاء الغسالة يتوقف المحرك عن الدوران خلال 8s فما التسارع الزاوى للمحرك الإسطوانى؟

تدريب6 : يدور مقود سيارة خلال زاوية 128 درجة فإذا كان نصف قطره 22cm فما المسافة التى تتحركها نقطة على الطرف الخارجى لعجلة القيادة؟



تدريب7: تدور مروحة بمعدل $1880 rad/\min$ احسب الإزاحة الزاوية خلال 2.5s

تدريب8: يدور قرص صلب فى حاسوب 7200 rpm (دورة فى الدقيقة) إذا صمم القرص على أن يبدأ الدوران من السكون ليصل إلى سرعته الفعالة خلال 1.5s فما التسارع الزاوى للقرص؟



تدريب9: فى الشكل إسطوانة قطرها 50m فى حالة سكون على سطح أفقى إذا لف حولها حبل ثم سحب فأصبحت تدور دون أن تنزلق. أجب عن الأسئلة التالية:

1- فالمسافة التى يتحركها مركز الكتلة عند سحب الحبل 2.5m بسرعة منتظمة.

2- احسب سرعة مركز الكتلة إذا سحب الحبل مسافة2.5m خلال زمن 1.25 s بسرعة منتظمة.

3- احسب السرعة الزاوية المتجهة للإسطوانة.

تدريب10: **اطار سيارة نصف قطره** 9cm **يدور بمعدل** 2.5 rad/s ، **احسب السرعة المتجهة الخطية لنقطة تقع على مسافة** 7cm **من المركز**.

أسئلة مفاهيمية على الحركة الدورانية

تدريب1:**قارن بين السرعة الزاوية المتجهة والسرعة الخطية لسنين (ترسين) متصلين معا أحدهما كبير والآخر صغير**

الترسان متساويان فى السرعة الخطية ومختلفان فى السرعة الزاوية لإختلاف نصف القطر لأن $w = \frac{v}{r}$

تدريب2:**اشرح كيف تعمل الغسالة على تجفيف الملابس؟**

عندما يدور المجفف حركة دورانية يكون له تسارع مركزى كبير فتؤثر اسطوانة الدوران بقوة فى الملابس لكن عندما يصل الماء للثقوب في اسطوانة الدوران لاتوجد قوة داخلية تؤثر فيه لذلك يتحرك فى خط مستقيم للخارج بعيدا عن اسطوانة الدوران.

تدريب3: **علل لما يلي**:**تزداد سرعة شريط الفيديو فى نهاية الدوران**.

لزيادة نصف القطر مع نهاية الدوران و السرعة الخطية تتناسب طرديا مع نصف قطر الدوران $v = \omega r$ ، أما السرعة الزاوية فتبقى ثابتة.

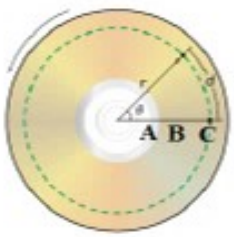
تدريب4: **هل تدور جميع أجزاء الارض بالمعدل نفسه ؟**

نعم ، لأن أجزاء الجسم الصلب المتماسك تدور بالمعدل نفسه.

تدريب5: **هل لكل أجزاء عقرب الدقائق الإزاحة الزاوية نفسها ؟ وهل لها نفس الازاحة الخطية؟**

تدريب6: **تدور اسطوانة** CD **حول محور رأسي مثبت في المركز** . (أ، ب،ج) **ثلاث نقاط تقع على الاسطوانة**CD . **قارن بين النقاط من حيث** :

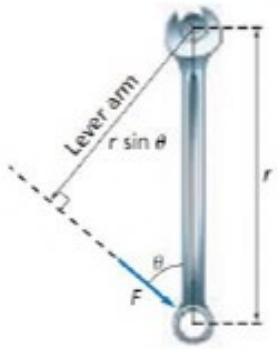
الموضع / الكمية	A	B	C
الازاحة الزاوية θ			
السرعة المتجهة الزاوية ω			
التسارع الزاوي α			
الازاحة الخطية d			
السرعة المتجهة الخطية v			
التسارع الخطي a			



4-2 :ديناميكا الحركة الدورانية

عزم القوة

- **عزم القوة** (τ): **هو مقياس لمقدرة القوة في احداث الدوران**. وتساوي حاصل ضرب القوة في طول ذراعها.



$$\tau = F \times L = Fr\sin\theta \quad Nm$$

حيث :

F : مقدار القوة المؤثرة (N)

L : ذراع القوة (m) ويساوي $L=r\sin\theta$

r : المسافة بين محمور الدوران ونقطة تأثير القوة (m)

θ : الزاوية بين القوة المؤثرة ونصف القطر من محور الدوران الى نقطة التأثير.

- **اشارة العزم**: عزم القوة تعتبر كمية متجهة ، وله اتجاهان موجب وسالب.
  (+) اذا كان الدوران عكس عقارب الساعة.
  (-) اذا كان الدوران مع عقارب الساعة.

$$\sin\theta = \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}} = \frac{L}{r}$$

$$L = r\sin\theta$$

- **العوامل التي يعتمد عليها عزم القوة**:

1- مقدار القوة المؤثرة. 2- المسافة بين مركز الدوران ونقطة تأثير القوة 3- الزاوية بين القوة ونصف قطر الدوران.

- **س: كيف يمكنك الحصول على تأثير دوراني أكبر عند فتح الباب بقوة معينة؟**

1- نجعل المسافة بين محور الدوران ونقطة تأثير القوة أكبر ما يمكن، أي نؤثر على الباب عند الطرف الخارجي (المقبض).
2- نؤثر بزاوية قائمة على الباب.

- **مصطلحات تهمك**:

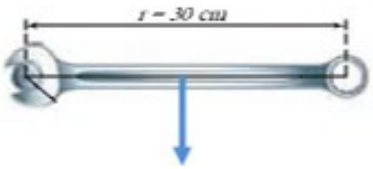
1- **ذراع القوة(L):** المسافة العمودية بين محور الدوران ونقطة تأثير القوة. حيث : $L=r\sin\theta$
2- **محور الدوران**: خط وهمي يدور حوله الجسم.
3- **نقطة تأثير القوة**: هي النقطة التي تؤثر فيها القوة على الجسم.

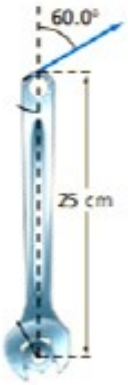
- **ملاحظة مهمة جدا**: عندما تمر القوة أو امتدادها بمركز الدوران فان عزم القوة تساوي صفرا، لأن ذراع العزم يكوم منعدما.

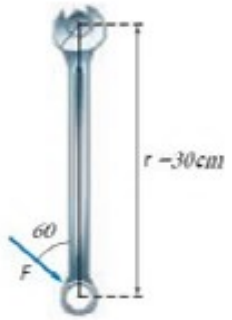
مسائل متنوعة على عزم القوة

تدريب1: في الأشكال الموضحة أدناه تؤثر قوة مقدارها 5N في مفك براغي. أجب عما يلي:

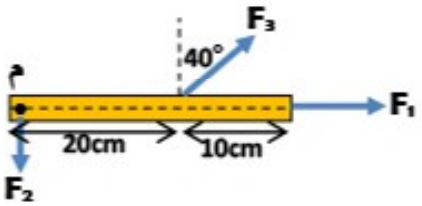
أ- احسب ذراع القوة وعزم القوة . ب- ارسم ذراع القوة لكل من القوى المبينة.



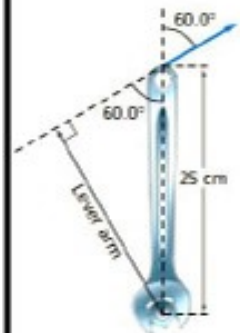




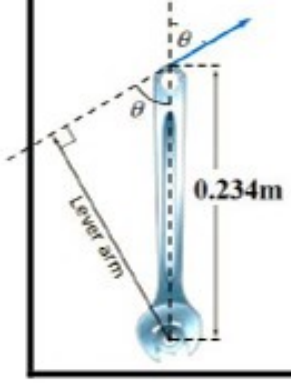
تدريب2: احسب ذراع القوة وعزم القوة لكل من القوى F_1 , F_2 , F_3 .



تدريب3: يتطلب شد برغى فى محرك سيارة عزما مقداره 35N.m باستخدام مفتاح شد طوله 25cm وذلك بسحب المفتاح من نهايته بزاوية 60 درجة احسب كل من القوة - طول ذراعها.



تدريب4:إذا كان مفتاح طوله 0.234m نريد أن نستخدمه فى مهمة تتطلب عزما 32.4N بقوة مقدارها 232N احسب أقل زاوية تصنعها القوة المؤثرة بالنسبة للرأسى



تدريب5: اذا كان لديك عزم مقداره 55N.m لتدوير جسم، في حين كانت أكبر قوة يمكن التأثير بها 135N، فما طول ذراع القوة الذي يمكن استخدامه؟

تدريب6: يقف شخص كتلته 65Kg على بدالة دراجة هوائية تبعد مسافة 18cm عن مركز حلقة السلسلة. احسب مقدار العزم الذي يؤثر به الشخص في الحالات التالية:

أ- عندما تكون البدالات أفقية.

ب- عندما تكون البدالات رأسية.

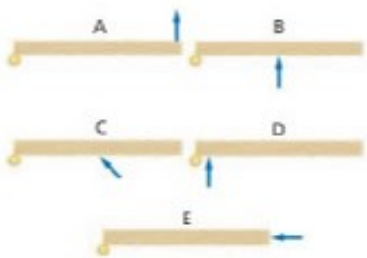
ت- عندما تصنع البدالة زاوية مقدارها 35° على الأفقي.

أسئلة مفاهيمية على عزم القوة

تدريب1 : في الشكل الموضح بالرسم . أثرت قوة في باب بأوضاع مختلفة.

1- **أي من هذه الأوضاع ينتج عنه عزم القوة الأكبر؟**
2- **أي من هذه الأوضاع ينعدم فيه عزم القوة ؟**

تدريب2: رتب العزوم المؤثر فى الابواب الخمسة من الأصغر للأكبر.



تدريب3: اذا أردت فك صامولة البراغي لاطار سيارة باستخدام مقبض مفتاح الشد (المفك) . اذكر ثلاث طرق لزيادة العزم المؤثر لفكها.

1- نستخدم انبوب اطالة للمفك لزيادة ذراع القوة.
2- نجعل القوة تؤثر بزاوية عمودية.
3- زيادة القوة المؤثرة كالوقوف على نهاية المفك مثلا.

ايجاد محصلة العزم

عندما يخضع الجسم تحت تأثير مجموعة من القوى . فان محصلة العزم المؤثر على الجسم يساوي حاصل الجمع الاتجاهي لعزوم القوى المؤثرة على الجسم.

$$\tau_{\text{محصلة}} = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \dots$$

الاتزان الدوراني: هي حالة تكون فيها محصلة العزوم المؤثرة على الجسم صفرا أي أن ($\tau_{\text{محصلة}} = 0$)

شروط الاتزان الاستاتيكي

الاتزان الاستاتيكي: هي حالة تكون فيها السرعة المتجهة والسرعة الزاوية للجسم صفرا أو ثابتين.

شرطا الاتزان الاستاتيكي:

1- محصلة القوى المؤثرة في الجسم تساوي صفرا ($F_{\text{محصلة}} = 0$) ويسمى " الاتزان الانتقالي"

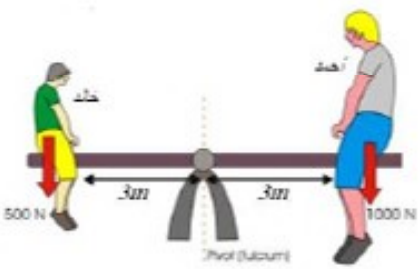
2- محصلة العزوم المؤثرة في الجسم يساوي صفرا ($\tau_{\text{محصلة}} = 0$) ويسمى " الاتزان الدوراني"

مسائل متنوعة على محصلة العزم والاتزان الاستاتيكى

تدريب1: يتأرجح أحمد وخالد على لعبة الميزان (السيسو) ، فاذا كان طول اللوح 6m.

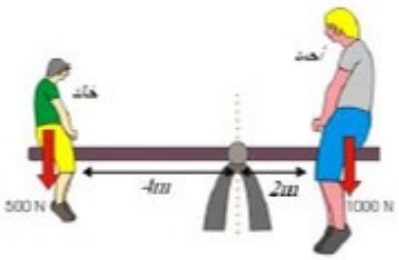
فأجب عن الأسئلة التالية.(أهمل وزن لوح لعبة الميزان).

أ- احسب محصلة العزوم حول نقطة الارتكاز.



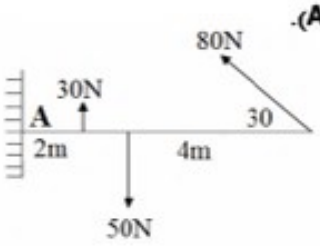
ب- اذا غير أحمد وخالد مواضعهما كما بالشكل. فاحسب محصلة العزوم في الوضع الجديد.

هل يكون الشخصان في وضع اتزان دوراني ؟ ولماذا؟



تدريب2: يبين الشكل صندوقين عند نهايتي لوح خشبي طوله 3m، مدعوم عند منتصفه بواسطة رافعة ، فاذا كانت كتلة الصندوقين m_1=25kg , m_2=15kg، فما بعد النقطة التي يجب وضع الرافعة عندها عن الطرف الأيسر ليتزن اللوح الخشبي والصندوقان أفقيا.

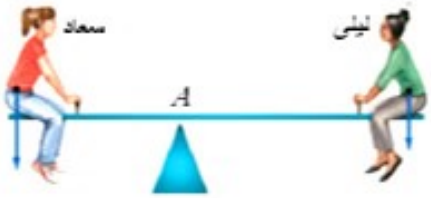
تدريب3: لوح خشبى طوله 7m تؤثر به مجموعة قوى كما بالشكل. احسب محصلة عزوم القوى حول (A).



تدريب4: تلعب سعاد وليلى على لعبة الميزان (السيسو) منتظمة طولها 1.75m حيث تحافظان على وضع الاتزان للعبة، فاذا كانت كتلة سعاد 56Kg، وكتلة ليلى43Kg (أهمل وزن لوح لعبة الميزان)، أجب عما يلي:

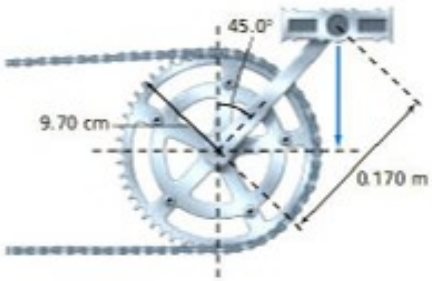
أ- أوجد موضع نقطة الارتكاز عن كل منهما؟

ب- احسب القوة التي يؤثر بها الحامل في اللوح.

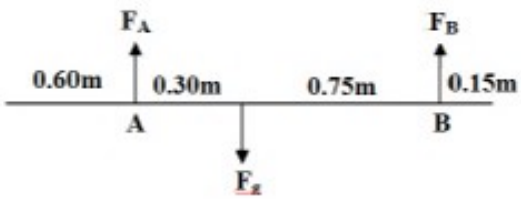


تدريب5: علقت سلتا فواكه بحبلين يمران على بكرتين قطراهما مختلفان كما بالشكل احسب كتلة السلة A إذا كانت المجموعة متزنة احسب كتلة السلة A .

تدريب6 : يقف شخص كتلته 65Kg على بدالة دراجة هوائية إذا كان طول ذراع التدوير 0.170m ويصنع زاوية 45 درجة بالنسبة للرأسى مامقدار القوة التى يجب أن تؤثر بها السلسلة لمنع الإطار من الدوران علما بأن نصف قطر الإطار 9.70cm

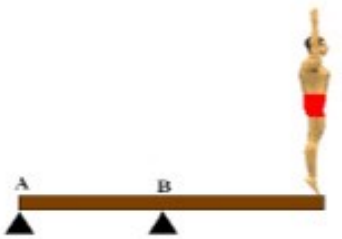


تدريب7 : سلم خشبى كتلته 5.8Kg وطوله 1.80m يستقر أفقيا على حاملين داعمين يبعد الحامل الأول A مسافة 0.60m من طرف السلم ويبعد الحامل الثانى B مسافة 0.15m من الطرف الأخر مامقدار القوة التى يؤثر بها كل من الحاملين فى السلم (g=9.8m / s2)

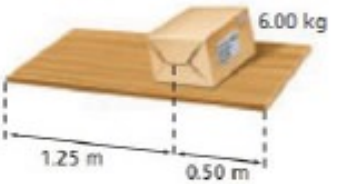


تدريب8: لوح خشبي مستقر كتلته24Kg وطوله 4.5m مثبت على حاملين ، أحدهما تحت مركز اللوح مباشرة ، والثاني عند الطرف . ما مقدار القوتين اللتين يؤثر فيهما كل من الحاملين الرأسيين؟

تدريب9: يتحرك فطاس كتلته 85Kg نحو الطرف الحر للوح القفز، فاذا كان طول اللوح 3.5m وكتلته 14Kg، وثبت بواسطة داعمين، أحدهما عند مركز الكتلة، والآخر عند أحد طرفي اللوح، فما مقدار القوة المؤثرة في كل داعم؟



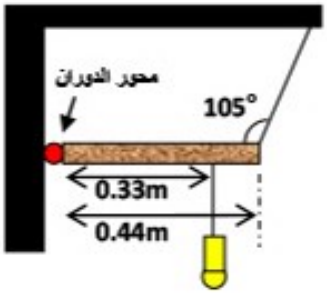
تدريب10:لوح كتلته 4.25Kg وطوله 1.75m وضع عليه صندوق كتلته 6.00Kg ويرفع اللوح شخصان من طرفيه فما مقدار كل من القوتين اللتان يؤثر بهما الشخصان فى اللوح؟



تدريب11: مصباح وزنه 64N معلق كما بالشكل بقضيب وزنه 27N احد طرفى القضيب مثبت فى الحائط والطرف الآخر مربوط بحبل فى السقف .

أ- احسب عزم كل قوة حول محور الدوران.

ب- احسب قوة الشد فى الحبل.



أسئلة مفاهيمية على محصلة العزوم والاتزان

ريب1: علل لما يلي:

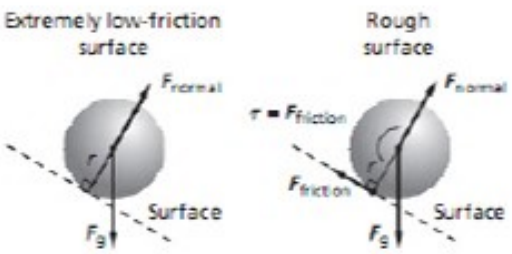
أ- ينخفض الجزء الأمامي للسيارة الى أسفل عند الضغط على كوابح السيارة.

بسبب وجود محصلة عزوم تؤثر على السيارة وتحاول تدويرها في الاتجاه الذي يجعل مقدمتها تنخفض للأسفل.

ب- عندما تنطلق كرة البولنج من يد اللاعب لاتدور ولكن بعد أن تقطع نصف طول المسار تبدأ فى الدوران

عند انطلاق الكرة لا يوجد تغير في السرعة المتجهة للكرة وبالتالي لا يوجد قوة احتكاك مما يجعل العزم يساوي صفرا فلا تدور الكرة. وعندما تبدأ قوة الاحتكاك بالتأثير ، يعمل العزم الناتج عنها بزيادة معدل دوران الكرة.

ت- أثناء حركة كرة من أعلى مستوى مائل أملس فانها تنزلق الى أسفل دون دوران ، بينما تدور الكرة أثناء انزلاقها بوجود الاحتكاك



تدور الكرة في عند وجود الاحتكاك لأن عزم قوة الاحتكاك تعمل على دوران الكرة مع عقارب الساعة . أما في حالة المستوى الأملس فلا يوجد قوة موازية للسطح ، وبالتالي فان العزم يساوي صفر وينعدم دوران الكرة. (لاحظ بأن العزم الناتج عن الوزن في مركز الدوران يساوي صفر وبالتالي ليس له أثر دوراني).

ج- عند حل مسائل الاتزان ، نختار محور الدوران عند نقطة تؤثر بها قوة أو أكثر في الجسم.

لأن عزم تلك القوة يساوي صفرا، وبالتالي نقل عدد القوى التي يتطلب حساب عزومها.

ريب2: أذكر مثالا واحدا على جسم في الحالات التالية:

1- **جسم متزن دورانيا ، وغير متزن انتقاليا:** سقوط كتاب دون دوران.
2- **جسم متزن انتقاليا ، وغير متزن دورانيا:** دوران لعبة السيسو غير المتزن حتى تضرب القدم الأرض.

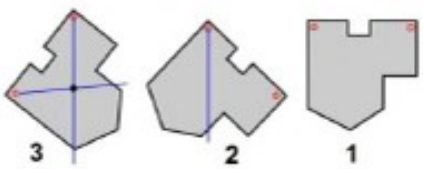
4-3 :الاتزان والاستقرار

مركز الكتلة

ركز الكتلة: مركز الكتلة لجسم هو نقطة على الجسم تتحرك بالطريقة نفسها التى تتحرك فيها قطة المادية (الجسيم النقطى).

: كيف يمكن تعيين مركز كتلة الجسم عمليا؟

1- نعلق الجسم من أي نقطة ، ونرسم الخط الرأسي المار بنقطة التعليق عندما يستقر الجسم ويتوقف عن الحركة.
2- نختار نقطة تعليق أخرى ونكرر الخطوة الأولى.
3- نحدد نقطة تقاطع الخطين ، فتمثل مركز كتلة الجسم.



ملاحظات مهمة جدا:

1- في الأجسام المنتظمة الشكل والكثافة يكون مركز الكتلة هو نفسه المركز الهندسي للأجسام.
2- ليس من الضروري أن يكون مركز الكتلة في مادة الجسم، فقد يكون موجودا في الفراغ. مثال: الحلقة المعدنية الفارغة- لفة الشريط اللاصق.
3- عند تعليق الجسم من مركز كتلته فانه يكون في حالة اتزان تام دون أي حركة.
فكر: كيف يمكنك أن تجعل مسطرة أو كرة قدم تتزن على اصبع اليد؟

مركز الكتلة لبعض الأجسام:

مركز الكتلة لجسم الانسان

مركز الكتلة لجسم الانسان غير ثابت لأن جسم الانسان مرن ويتغير بتغير موقع الأعضاء كاليدين والرجلين.

مثال:

أ- **شخص بالغ يداه مسبلتان للجانبين:** مركز الكتلة أسفل السرة بسنتمترات في منتصف الجسم.
ب- **الطفل:** مركز الكتلة يكون أعلى بقليل ، لأن حجم الرأس يكون كبير نسبيا بالمقارنة بالجسم.
ت- **شخص يرفع يداه ورجلاه للأعلى:** مركز الكتلة يرتفع من 6-10 cm عن الوضع الطبيعي.

علل: يبقى رأس لاعب الجمباز على الارتفاع نفسه لوقت طويل.
عند القفز في الهواء يرفع اللاعب ذراعيه ورجليه فيرتفع مركز الكتلة ، ويقترب من الرأس ، ويكون مسار مركز الكتلة على شكل قطع مكافيء ، لذا يبقى رأس اللاعب على الارتفاع نفسه لوقت طويل.

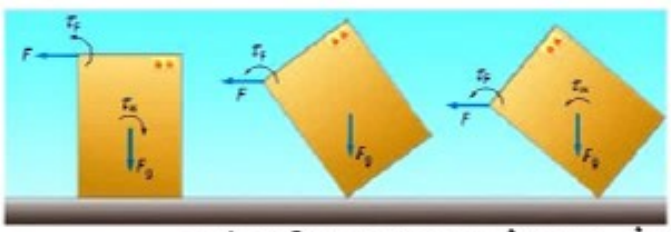
مركز الكتلة والاستقرار

العوامل التي تعتمد عليها استقرار الاجسام وانقلابها:

1- **ارتفاع مركز الكتلة:** كلما كان مركز الكتلة منخفضا أصبح الجسم أكثر استقرار.
2- **مساحة القاعدة:** كلما كانت قاعدة الجسم أعرض كان الجسم أكثر استقرارا.

لماذا تنقلب الأجسام عند التأثير عليها بقوة؟

لدراسة ذلك تخيل أن لديك صندوق تحاول قلبه بواسطة قوة F . فانه:



أ- يؤثر على الجسم عزمان ، عزم القوة المؤثرة τ_F وعزم الوزن τ_w ، ونظرا لأن المحور الرأسي المار في مركز الكتلة يمر بالقاعدة يبقى الجسم مستقرا.
ب- عند دوران الجسم يتحرك مركز الكتلة حتى يصبح فوق النقطة الداعمة مباشرة ، وعندها يكون الجسم على وشك الانقلاب.
ت- بدوران الجسم أكثر يتحرك مركز الكتلة ليخرج من القاعدة ، فيكون العزمان في الاتجاه نفسه ، مما يؤدي لانقلاب الجسم.

الاستنتاج:

1- تنقلب الأجسام اذا خرج خط عمل مركز الثقل (المحور الرأسي المار في مركز الكتلة) عن القاعدة.
2- تكون الأجسام أكثر استقرارا كلما كانت القاعدة أعرض وكان مركز الكتلة منخفضا.

تطبيقات عملية:

1- **علل: السيارات الرياضية تكون أكثر استقرارا.**
لأنها تتميز بقاعدة عريضة ومركز كتلة منخفض وبالتالي فأنها تحتاج لميل أكبر (زوايا أكبر) حتى يتحرك مركز الكتلة خارج القاعدة ، لذا تكون أكثر استقرارا.

2- **علل: عندما تقف فى حافلة وتتمايل الحافلة أثناء سيرها فإنك تباعد بين قدميك.**
لأنه عندما تباعد قدميك ، فانك تزيد من عرض القاعدة وبالتالي تكون أكثر استقرارا.

3- **فى لعبة الجودو وألعاب الدفاع من النفس يستخدم اللاعب العزم لتدوير خصمه وجعله فى وضع أقل استقرارا من طريق جعل مركز كتلته غير واقع فوق قدميه.**

القوة الظاهرية الوهمية (القوة الطاردة المركزية)

إذا ربط جسم بنابض فى نهاية القرص الدوار فإن الشخص الثابت فوق القرص الدوار يشعر أن قوة تسحب الجسم فى اتجاه الخارج تحت تاثير قوة وهمية تسمى قوة الطرد المركزية – أم الشخص الواقف على الأرض فإنه يشاهد الجسم وكأنه يتحرك حركة دائرية وأن تسارعه فى اتجاه المركز .

أسئلة مفاهيمية على الاتزان والاستقرار

تدريب: علل لكل مما يلي:

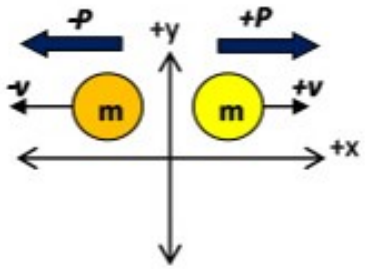
1- **يمكنك أن تتزن عندما تقف على أطراف أصابعك ولاتستطيع الإتزان إذا وقفت فى مواجهة الجدار وأصابع قدميك تلامسه.**
لكي يحدث الاتزان يجب أن يكون مركز كتلتك فوق نقطة الدعم ، ويتحقق ذلك بأن تجعل نصف جسمك أمام نقطة الدعم والآخر خلفها. أما عندما تلامس رؤوس الأصابع الحائط، فلا يمكن أن يكون أي جزء من جسمك أمام نقطة الدعم.

2- **يظهر لاعب الجمباز وكأنه يطير فى الهواء عندما يرفع ذراعيه فوق رأسه أثناء القفز .**
لأن مركز الكتلة يرتفع إلى أعلى مقتربا من الرأس

3- **يكون احتمال انقلاب سيارة لها مجلات أقطارها كبيرة، أكبر من احتمال انقلاب سيارة ذات مجلات أقطارها صغيرة.**
لأن مركز الكتلة للمركبات كبيرة العجلات تكون عن نقطة أعلى، لذلك تكون زاوية انقلابها صغيرة.

الفصل الخامس: الزخم وحفظه

5-1 :الدفع والزخم

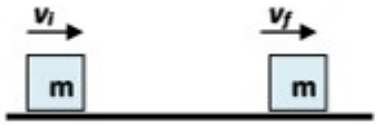


- **الزخم (كمية التحرك)(p)**: هو حاصل ضرب كتلة الجسم ، في سرعته المتجهة.

$$p = mv$$

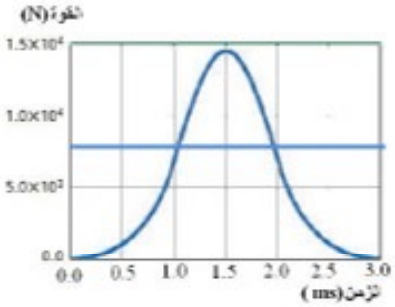
ملاحظة: الزخم كمية متجهة واتجاهه هو اتجاه السرعة المتجهة. ووحدة قياسه Kg.m/s

- **التغير في الزخم (Δp)**: حاصل طرح الزخم النهائي للجسم من الزخم الابتدائي.



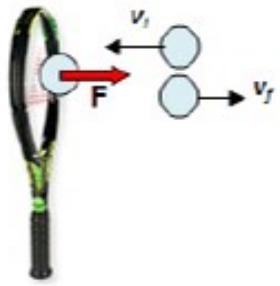
$$\Delta p = p_f - p_i = m(v_f - v_i)$$

- **نظرية (الدفع- الزخم)**: الدفع على جسم يساوي حاصل طرح زخمه الابتدائي من زخمه النهائي.



$$\text{الدفع}(I) \qquad = F\Delta t = m(v_f - v_i)$$

مساحة الشكل تحت منحنى القوة والزمن = الدفع (I)



حيث :

F : متوسط القوة المؤثرة (N)

Δt : زمن تأثير القوة (s)

v_f: السرعة النهائية للجسم (m/s)

v_i : السرعة النهائية للجسم (m/s)

I : الدفع (N.s).

ملاحظات:

1- الدفع كمية متجهة واتجاهه هو اتجاه القوة المؤثرة. ووحدة قياسه N.s أو Kg.m/s

2- يمكن لجسم ما أن يكتسب دفعا كبيرا من قوة صغيرة عندما تزداد الفترة الزمنية التي يتعرض لها الجسم.

الاثبات الرياضي لقانون (الدفع-الزخم)

$$F = ma = m(\frac{\Delta v}{\Delta t})$$

$$F\Delta t = m\Delta v$$

$$I = F\Delta t = m(v_f - v_i) = p_f - p_i$$

علل: تعمل الوسادة الهوائية في السيارة على تقليل احتمالية الاصابات أثناء الحوادث.

ج: لأن الوسادة الهوائية تعمل على زيادة زمن التأثير وبالتالي تقل القوة المؤثرة لأن الدفع ثابت، مما يقلل احتمالية حدوث الاصابة. وذلك تبعا للعلاقة $I = F \times \Delta t$

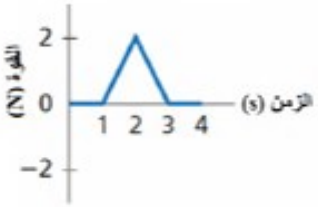
تدريبات متنوعة على الدفع و الزخم

تدريب1: تتحرك سيارة كتلتها 2200kg بسرعة 94km / h حيث يمكنها التوقف خلال زمن 21s عند الضغط على الكوابح برفق بينما يمكنها التوقف خلال 3.8s عند الضغط على الكوابح بشدة ويمكنها أن تتوقف خلال زمن 0.22s إذا اصطدمت بحائط اسمنتى .
احسب متوسط القوة المؤثرة فى السيارة فى كل حالة من حالات التوقف.

تدريب2: تتحرك كرة كتلتها $0.2kg$ بسرعة $8m/s$ فدفعها مضرب بقوة F فأصبحت سرعتها $12m/s$ فى نفس الإتجاه احسب مقدار القوة إذا كان زمن تأثيرها $0.15s$.

تدريب3: تتحرك كرة كتلتها $0.2kg$ بسرعة $8m/s$ فدفعها مضرب بقوة F فأصبحت سرعتها $12m/s$ فى عكس الإتجاه احسب مقدار القوة إذا كان زمن تأثيرها $0.15s$.

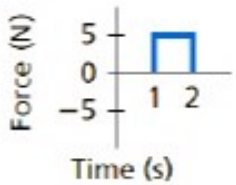
تدريب4: تتحرك كرة كتلتها $0.150kg$ فى الإتجاه الموجب بسرعة $12m/s$ بفعل الدفع المؤثر فيها كما بالرسم احسب سرعة الكرة عند $4.0s$.

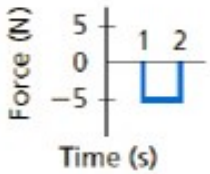


تدريب5: تتدحرج كرة بولينج كتلتها $7kg$ اسفل الممر بسرعة $2m/s$ أوجد مقدار سرعة الكرة واتجاهها إذا أثر عليها :

1- دفع كما فى الشكل (a)

2- دفع كما فى الشكل (b)





تدريب6: تتحرك كرة كتلتها $0.174kg$ **أفقيا بسرعة** $26m/s$ **، وبعد أن ضربت الكرة بالمضرب أصبحت سرعتها** $38m/s$ **في عكس الإتجاه. أجب عن الأسئلة التالية:**

1- **ارسم متجهات الزخم قبل وبعد ضرب الكرة بالمضرب.**

2- **احسب التغير في زخم الكرة.**

3- **احسب الدفع الناتج من المضرب.**

4- **احسب متوسط القوة المؤثرة في الكرة إذا بقي المضرب متصلا بالكرة مدة** $0.8s$.

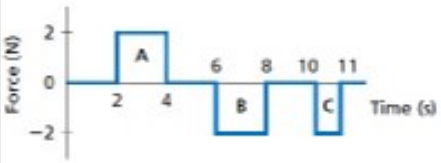
تدريب7: يقفز لاعب كتلته $60kg$ **لإرتفاع** $0.32m$.

1- **احسب زخم اللاعب عند وصوله للأرض**

2- **احسب الدفع اللازم لإيقاف اللاعب**

3- **احسب متوسط القوة المؤثرة في جسم اللاعب عندما يهبط على الأرض إذا انثنت ركبتاه لإطالة زمن التوقف إلى** $0.05s$

تدريب8: جسم ساكن تعرض لقوة دفع تم تمثيلها كما بالشكل صف حركة الجسم بعد الدفع.



ج: بعد الزمن A يتحرك الجسم بسرعة منتظمة في الإتجاه الموجب
بعد الزمن B يكون الجسم في حالة سكون
بعد الزمن C يتحرك الجسم بسرعة منتظمة في الإتجاه السالب

أسئلة مفاهيمية على الدفع والزخم

تدريب: علل لكل مما يلي:

1- **عندما تقفز من ارتفاع ما إلى سطح الأرض فإنك تثني رجليك لحظة ملامسة قدماك للأرض؟**

.....

.....

2- **يختلف زخم سيارة تتحرك شمالا عن زخم السيارة نفسها عندما تتحرك بنفس السرعة جنوبا.**

.....

.....

3- **زخم قطرة ماء ساقطة أكبر من زخم ناقلة نفط مثبتة برصيف الميناء.**

.....

5-1 : حفظ الزخم

تصادم جسمين

عند تصادم جسمين في نظام مغلق معزول فان : مجموع زخم الكرتين قبل التصادم يساوي مجموع زخميهما بعد التصادم، ويسمى ذلك قانون حفظ الزخم.

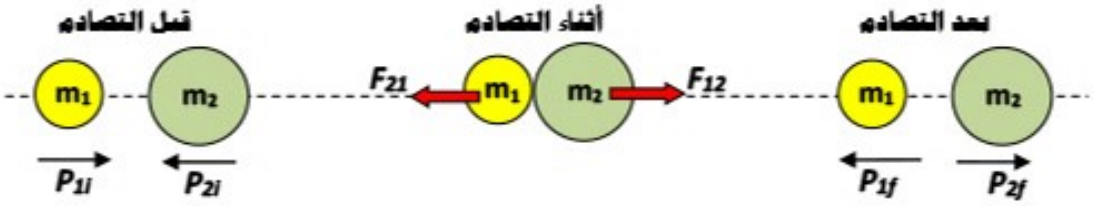
- **قانون حفظ الزخم**: الزخم لأي نظام مغلق ومعزول لا يتغير.

$$P_{1i} + P_{2i} = P_{1f} + P_{2f}$$
$$m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f}$$

- **شروط حفظ الزخم**:

1- **يجب أن يكون النظام مغلقا**: وهو النظام الذي لا يكتسب كتلة ولا يفقدها.
2- **يجب أن يكون النظام معزولا**: وهو النظام الذي تكون محصلة القوى الخارجية المؤثرة فيه تساوي صفرا.
بمعنى آخر: يجب أن تكون القوى المؤثرة فيه داخلية دون وجود تأثير لقوى من خارج النظام.

علل: لا يوجد على سطح الكرة الأرضية نظام معزول تماما.
ج: بسبب وجود تفاعلات بين النظام ومحيطه.



- **الاثبات الرياضي للقانون**:

عند تصادم جسمين فان $F_{12} = -F_{21}$ تبعا لقانون نيوتن الثالث
وبضرب الطرفين في Δt تصبح المعادلة $F_{12}\Delta t = -F_{21}\Delta t$
أي أن: $I_2 = -I_1$

$$m_2(v_{2f} - v_{2i}) = -m_1(v_{1f} - v_{1i})$$
$$m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f}$$

الدفع في الفضاء

س: كيف يتسارع الصاروخ في الفضاء؟

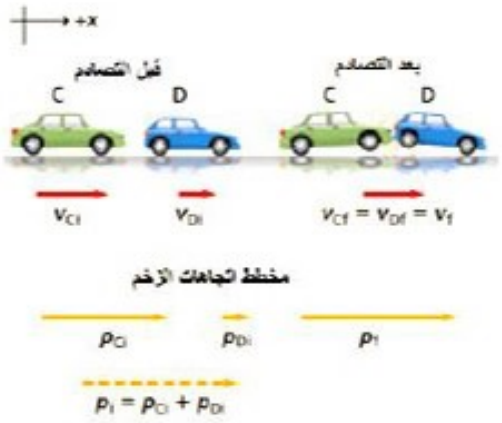
1- عندما يمتزج الوقود والمواد المؤكسدة في الصاروخ تنتج غازات حارة تخرج من فوهة العادم بسرعة كبيرة.
2- ينطلق الصاروخ في الاتجاه المضاد تبعا لقانون حفظ الزخم ، لأن النظام مغلق ومعزول.

س: ما الفرق بين المحرك التقليدي والمحرك الأيوني؟

وجه المقارنة	المحرك التقليدي	المحرك الأيوني
طريقة عمله	1-تندفع نواتج التفاعل الكيميائي من غرفة الاحتراق بسرعة عالية وقوة كبيرة. 2- توفر السرعة العالية لنواتج الاحتراق الدفع الكافي للصاروخ لانجاز مهمته.	1-تنطلق ذرات الزينون بسرعة صغيرة ، مولدة قوة صغيرة. 2-توفر فترة العمل الطويلة الدفع الكافي للصاروخ لانجاز مهمته.
فترة العمل	دقائق محدودة	عدة أيام أو أسابيع أو أشهر

تدريبات متنوعة علي حفظ الزخم

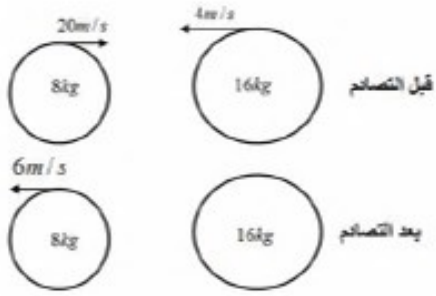
تدريب1: تتحرك سيارة كتلتها 1875Kg بسرعة 23m/s اصطدمت بمؤخرة سيارة كتلتها 1025Kg تسير على الجليد بسرعة 17m/s فى الإتجاه نفسه فالتحمت السيارتان وتحركتا كجسم واحد احسب سرعة السيارتانبعد التصادم- ارسم (مخطط الحركة – مخطط الزخم)



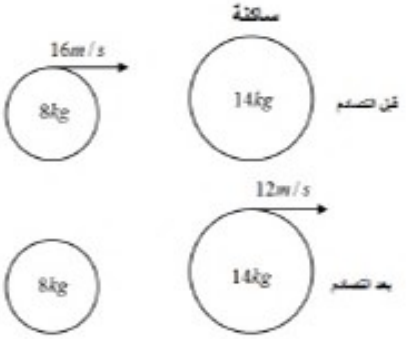
تدريب2: يتحرك قرص هوكى كتلته $0.105kg$ بسرعة $24m/s$ فيمسك به حارس مرمى كتلته $75kg$ فى حالة سكون مالسرعة التى ينزلق بها حارس المرمى على الجليد.؟

تدريب3: تصطدم رصاصة كتلتها $35g$ بقطعة خشب ساكنة كتلتها $5kg$ فاستقرت فيها وتحركتا معا بسرعة $8.6m/s$. ما السرعة الإبتدائية للرصاصة قبل التصادم؟

تدريب4: فى الشكل احسب سرعة الكرة الكبيرة بعد التصادم .



تدريب5: فى الشكل احسب سرعة الكرة الصغيرة بعد التصادم واتجاهها



تدريب6: تحركت عربه وزنها $24.5N$ من السكون على مستوى مائل طوله $1m$ ويميل بزاوية 30 درجة لتصدم عربة أخرى وزنها $36.8N$ عند أسفل المستوى المائل. أحسب ما يلي:

1- سرعة العربة الأولى عند نهاية المستوى.

2- السرعة المشتركة للعربتان إذا التحمتا بعد التصادم

تدريب7: تتحرك كرة زجاجية C كتلتها $5g$ بسرعة $20cm/s$ اصطدمت بكرة أخرى D كتلتها $10g$ تتحرك بسرعة $10cm/s$ فى نفس الإتجاه أكملت الكرة C حركتها فى الإتجاه نفسه بسرعة $8cm/s$.

1- ارسم الوضع وعرف النظام **2- احسب زخم الكرتين قبل التصادم**

3-احسب زخم الكرة C بعد التصادم **4- احسب زخم الكرة D بعد التصادم** **5-احسب سرعة الكرة D بعد التصادم**

أسئلة مفاهيمية على حفظ الزخم

تدريب: علل لكل مما يلي:

1- عندما يركض لاعب القفز بالزانة فى اتجاه نقطة الإنطلاق بزخم أفقى فانه يمتلك زخما رأسيا أيضا عندما يقفز اللاعب فوق العارضة.

ج: يأتى الزخم الرأسى من قوة دفع الأرض للزانة.

2- لا يكون الزخم محفوظا عندما يستمر مضرب لاعب كرة التنس فى التقدم للأمام بعد ضرب الكرة.

ج: لأن المضرب والكرة لايشكلان نظاما معزولا

3- عندما يركض لاعبا كرة فى اتجاهين مختلفين ويصطدما وجها لوجه عند محاولة ضرب كل منهما الكرة برأسه قد يستقرا فى الجو ثم يسقطا على الأرض.

ج: لأن زخمهما الإبتدائى متساوى فى المقدار ومتعاكس فى الإتجاه.

4- يجب إسناد كعب البندقية إلى كتفك عند إطلاق النار.

ج:لكى يؤثر زخم الإرتداد على مجموع كتلة البندقية وكتلتك فتقل سرعة إرتداد البندقية

الفصل السادس: الشغل والطاقة وحفظها

6-1 :الطاقة والشغل

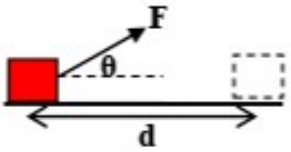
الشغل

- **الشغل (W)**:هو تحول (انتقال) الطاقة بالمعنى الميكانيكي . وهي كمية عددية تقاس بوحدة الجول **(J)** ($J = N.m = kgm^2/s^2$)

الجول : هو الشغل المبذول عندما تؤثر قوة مقدارها $1N$ في جسم خلال مسافة $1m$ فى نفس اتجاه الحركة.

- **طريقة حساب الشغل**

أولا: اذا كانت القوة المؤثرة في الجسم ثابتة.

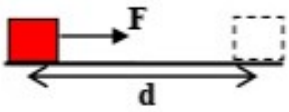


الشغل يساوى حاصل ضرب القوة الثابتة F والإزاحة d فى جيب تمام الزاوية المحصورة بين القوة واتجاه الإزاحة.

$$W = Fd\cos\theta$$

واذا كانت القوة المؤثرة في نفس اتجاه الحركة للجسم (θ=0)، فان الشغل يساوي حاصل ضرب القوة في ازاحة الجسم.

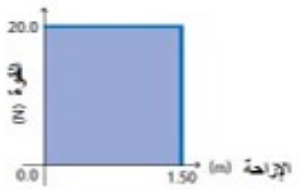
$$W = Fd$$



ثانيا: اذا كانت القوة المؤثرة متغيرة وغير ثابتة.

الشغل يساوي المساحة تحت منحنى (القوة – الازاحة)

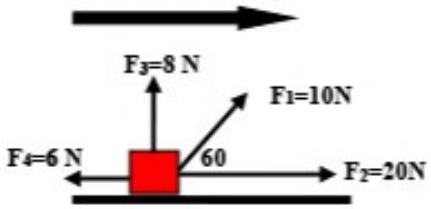
W= المساحة تحت منحنى (القوة- الازاحة)



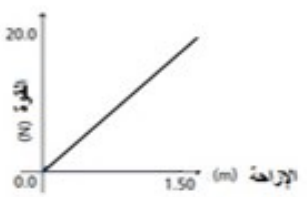
مثال1: تؤثر مجموعة من القوى على جسم كما هو موضح بالشكل فتحركه مسافة 5m.

أ- احسب الشغل المبذول لكل من القوى الموضحة.

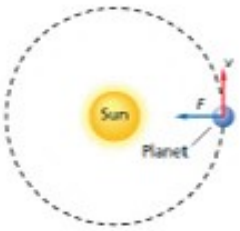
ب- احسب الشغل المبذول الكلي.



مثال2: تؤثر قوة نابض متغيرة كما بالشكل. احسب الشغل المبذول لانضغاط النابض 1.5m.



- **ملاحظة مهمة**: عندما يكون اتجاه القوة عموديا على اتجاه الحركة ($\theta = 90$) فان الشغل = صفرا .



علل: الشغل المبذول على جسم يتحرك حركة دائرية منتظمة يساوى صفرا؟
لأن في الحركة الدائرية يكون اتجاه القوة عموديا على اتجاه الحركة

الطاقة الحركية

- **الطاقة** (E) : قدرة الجسم على احداث التغيير في ذاته أو فيما يحيط به.
- **الطاقة الحركية** (KE) : هى الطاقة الناتجة عن حركة الجسم وتساوى حاصل ضرب نصف كتلة الجسم $\frac{1}{2}m$ فى مربع مقدار سرعته (v^2)

$$KE = \frac{1}{2}mv^2$$

ملاحظة:الطاقة كمية عددية وحدة قياسها هى نفس وحدة قياس الشغل $J = N.m = kgm^2/s^2$

علل: المركبة الثقيلة التي تتحرك بسرعة كبيرة تستطيع تدمير الأجسام من حولها.

نظرية الشغل -الطاقة

إذا كان هناك جسم يتحرك على مستوى أفقى فإن :الشغل يساوى التغير فى الطاقة الحركية $W = \Delta KE$

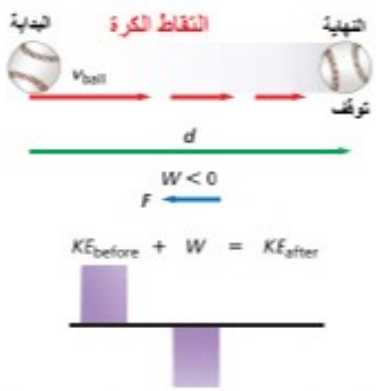
$$W = \frac{1}{2}m(v_f{}^2 - v_i{}^2)$$

اشارات الشغل

يكون الشغل (+) عندما يبذل المحيط الخارجي شغل على نظام معين فتزداد طاقة النظام
يكون الشغل (-) عندما يبذل النظام شغلا على المحيط الخارجي فتقل طاقة النظام

مثال على الشغل الموجب والسالب

يمكن أن نمثل للمحيط الخارجي(الإنسان) والنظام (الجسم مثل الكرة).



أ- **قذف الكرة**: عندما نؤثر بقوة F على الكرة لتتحرك إزاحة d يكون الشغل (+) ،لأن اتجاه القوة فى نفس اتجاه الحركة كما أن طاقة الكرة ازدادت بمقدار W أى أن الكرة اكتسبت طاقة حركة نتيجة لتأثير القوة.

ب- **التقاط الكرة**: عندما تلتقط الكرة فإنك نؤثرفيها بقوة F فى الإتجاه المعاكس لحركتها لذلك فإنك بذلت عليها شغلا (-) لأن اتجاه القوة فى عكس اتجاه الحركة مما جعلها تتوقف فتصبح طاقتها الحركية =صفر

القدرة

- **القدرة (P)**:هي معدل بذل الشغل . وتساوى الشغل المبذول W مقسوما على الزمن اللازم لإنجاز هذا الشغل (t)

$$P = \frac{W}{t}$$

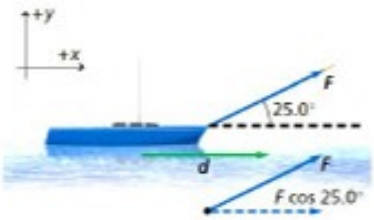
ملاحظة:القدرة كمية عددية وحدة قياسها الواط (W) $(W = J/S = Nm/s)$

صيغة أخرى لقانون القدرة: $P = \frac{w}{t} = \frac{Fd}{t} \Rightarrow \quad p = Fv$

الواط(W):هو وحدة قياس القدرة ، ويساوي **1** جول من الطاقة المنقولة في الثانية الواحدة.

تدريبات متنوعة

تدريب1:**يسحب بحار قاربا مسافة** $50m$ **فى اتجاه رصيف الميناء بحبل يصنع زاوية 25 درجة فوق الأفقى**



1- **احسب الشغل الذى بذله البحار إذا أثر بقوة** $255N$ **فى الحبل.**

2- **احسب التغير فى الطاقة الحركية.**

3- **إذا بدأ القارب حركته من سكون ماسرعته لحظة نهاية المسافة إذا كانت كتلته** $100kg$.

تدريب2: **يرفع شخصان صندوقا ثقيلا مسافة** $15m$ **بحبلين يصنع كل منهما زاوية 15 درجة مع الرأسى ويؤثر كل من الشخصين بقوة** $225N$ **مامقدار الشغل الذى يبذلانه؟**

تدريب3:**يحمل مسافر حقيبة سفر وزنها** $215N$ **إلى أعلى سلم وكانت الإزاحة فى الإتجاه الرأسى** $4.2m$ **وفى الإتجاه الأفقى** $4.6m$

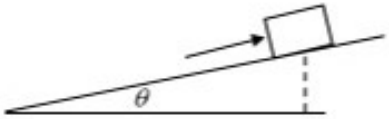
1-**الشغل الذى بذله المسافر**

2-**الشغل الذى يبذله المسافر إذا نزل إلى أسفل السلم**

$$W = Fd\cos\theta = 215\times 4.2\cos 0 = 903J$$

$$W = Fd\cos\theta = 215\times 4.2\cos 180 = -903J$$

تدريب4: **وضع رجل ثلاجة كتلتها** $185kg$ **على عربة نقل متحركة ودفعها لأعلى مستوى مائل أملس بزاوية 11 درجة مسافة** $10m$ **مامقدار الشغل الذى بذله العامل ؟**

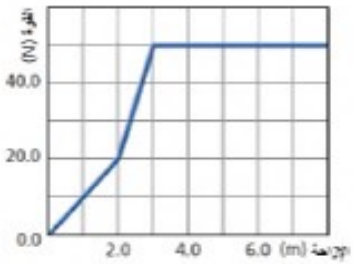


$$W = Fd = (mg\sin\theta)d = mgh = 185\times 9.8\times 10\sin 11 = 3.459\times 10^3 J$$

تدريب5: في الشكل المقابل علاقة بيانية بين القوة المؤثرة على جسم والإزاحة التي حدثت له.

أ- احسب الشغل المبذول لإزاحة الجسم $7m$

ب- احسب القدرة إذ تم هذا الشغل خلال زمن $2s$



تدريب6: قطار كتلته $2.5\times10^4 kg$ يتحرك في مسار مستو بإستخدام محرك قوته $5\times10^5 N$ مسافة $509m$

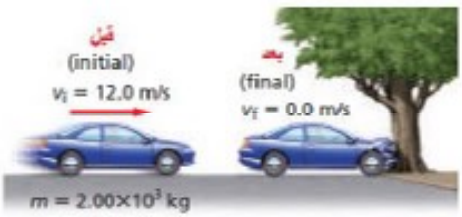
1- احسب الشغل المبذول على القطار 2- التغير في الطاقة الحركية للقطار

3- الطاقة الحركية النهائية للقطار إذا بدأ حركته من سكون 4- السرعة النهائية للقطار إذا أهملنا قوى الإحتكاك

تدريب7: اصطدمت سيارة كما بالشكل بالشجرة فتوقفت السيارة. احسب:

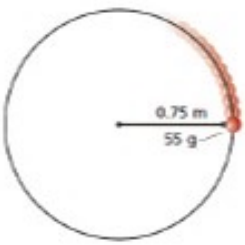
1- التغير في الطاقة الحركية للسيارة.

2- الشغل المبذول عندما تحطمت مقدمة السيارة نتيجة اصطدامها القوة التي دفعت السيارة لمسافة 50cm عند التصادم.



تدريب8: إذا دورت جسما كتلته 55g في نهاية خيط طوله 0.75m فوق رأسك في مستوى دائري أفقي

مامقدار الشغل المبذول على الجسم من قوة الشد في دورة واحدة؟



لاتبذل قوة الشد أي شغل لأنها عمودية على اتجاه حركة الكتلة

تدريب7: مامقدار القدرة التي تولدها مضخة في رفع $35L$ من الماء كل دقيقة من عمق $110m$ (كل $1L$ كتلته $1kg$)

(استخدم g- $9.8m/s^2$)

$$P=\frac{W}{t}=\frac{Fd}{t}=\frac{35\times9.8\times110}{60}=628.833W$$

تدريب8: يرفع مصعد كتلة مقدارها $1.1\times10^3 kg$ مسافة $40m$ خلال زمن $12.5s$ مامقدار قدرة المصعد ؟ (استخدم g - $9.8m/s^2$)

$$P=\frac{W}{t}=\frac{Fd}{t}=\frac{1.1\times10^3\times9.8\times40}{12.5}=3.4496\times10^4W$$

أسئلة مفاهيمية

تدريب1: هل يعتمد الشغل اللازم لرفع كتاب إلى رف عال على مقدار سرعة رفعه؟ هل تعتمد القدرة اللازمة لرفع كتاب إلى رف عال على مقدار سرعة رفعه؟

لا ، لأن الشغل المبذول لا يتوقف على السرعة . بينما تتوقف القدرة على سرعة الانجاز .

تدريب2: إذا بذل شغل على جسم فتضاعفت طاقة حركته هل تتضاعف سرعته؟

لا ، تزداد السرعة بمقدار $\sqrt{2}$ = 1.4 من سرعته الابتدائية.

6-2 :اشكال الطاقة المتعددة

أولا: طاقة الوضع الجاذبية

- **الشغل المبذول من قوة الجاذبية**

أ- **الشغل المبذول من قوة الجاذبية عندما يرتفع الجسم رأسيا إلى أعلى مبتعدا عن مستوى الإسناد.** $\boxed{w_g = -mgh}$

الاشارة السالبة لأن قوة الجاذبية (للاسفل) والازاحة (للاعلى) تكونا متعاكستان في الاتجاه.

ب- **الشغل المبذول من قوة الجاذبية عندما يهبط الجسم رأسيا إلى أسفل مقتربا من مستوى الإسناد .** $\boxed{w_g = mgh}$

الاشارة الموجبة لأن قوة الجاذبية والازاحة تكونان في الاتجاه نفسه.

- **طاقة وضع الجاذبية** (PE):طاقة وضع الجاذبية لجسم هى حاصل ضرب كتلته m فى تسارع الجاذبية الأرضية g فى ارتفاعه عن مستوى الأرض h

$$\boxed{PE = mgh}$$

مستوى الإسناد : هو المستوى الذى تكون طاقة الوضع عنده = صفرا.

- **الطاقة الحركية وطاقة الوضع للنظام**

لأى نظام معزول (محصلة القوى الخارجية على هذا النظام = صفرا)
مجموع الطاقة الحركية وطاقة وضع الجاذبية لأى جسم مقدار ثابت مهما اختلف مستوى الإسناد.

مثال توضيحي

فى الشكل (a):

فى البداية: نفرض أن الجسم إكتسب طاقة حركية (50J) عند مستوى الإسناد فيكون (PE=0 , KE=50J)
ويكون (KE+ PE =50J)

فى الوسط: عند أقصى إرتفاع (PE=50J , KE= 0) ويكون (KE+ PE =50J)

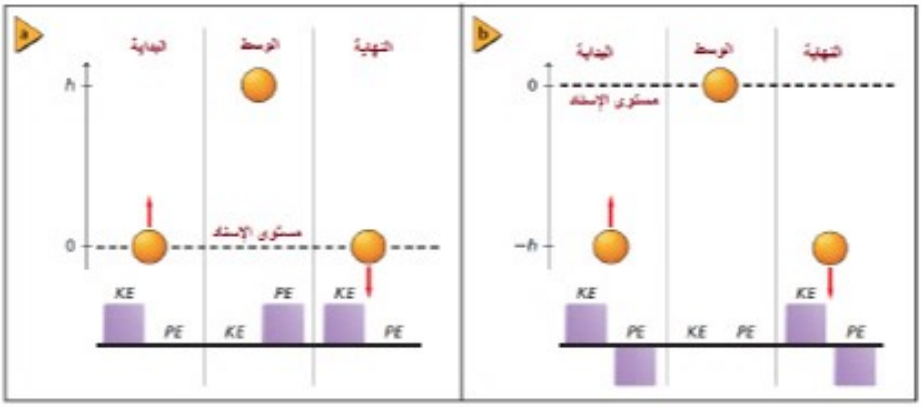
فى النهاية: عند العودة إلى مستوى الإسنلد مرة أخرى (PE=0 , KE=50J) ويكون (KE+ PE =50J)

فى الشكل (b):

فى البداية: نفرض أن الجسم إكتسب طاقة حركية (50J) عند النقطة (h–) أسفل مستوى الإسناد فيكون
(KE=50J , PE=-50J) ويكون (KE+ PE =0)

فى الوسط: عند أقصى إرتفاع (PE=0 , KE= 0) ويكون (KE+ PE =0)

فى النهاية: عند العودة إلى النقطة (h–) أسفل مستوى مرة أخرى (PE=-50J , KE=50J)
ويكون (KE+ PE =0)



نستنتج مما سبق أن:

1- مجموع الطاقة الكلي للنظام يختلف باختلاف مستوى الاسناد.
2- مجموع الطاقة الكلي للنظام يبقى ثابتا في كل الأوضاع لنفس مستوى الاسناد.

- **تخزين الطاقة**: الطاقة التى يكتسبها الجسم نتيجة وضعه (مثل طاقة وضع الجاذبية) أو طبيعته (النابض) وهذا النوع من الطاقة يمكن تخزينه ثم يتحول بعد ذلك إلى طاقة حركية، وأيضا هناك طاقة يمكن تخزينها فى الجسم نتيجة تركيبه الكيميائى (مثل البنزين)يمكن أن تتحول إلى طاقة حرارية وتتحول هذه الطاقة الحرارية إلى طاقة حركية وكهربائية وصوتية .

ثانيا: طاقة الوضع المرونية

- **طاقة الوضع المرونية**: هى طاقة مخزنة فى جسم مرن نتيجة تغير شكله . مثل الطاقة المخزنة فى جسم مطاطى أو زنبرك.

- **أمثلة على طاقة الوضع المرونية وتحولات الطاقة** :

أ- **قوس الرماية**: عند سحب الخيط المربوط بالقوس فإننا نبذل شغلا عليه يتحول إلى طاقة وضع مرونية مخزنة فى هذا الخيط المرن وعند إفلات الخيط تتحول الطاقة المخزنة فيه إلى طاقة حركية.

ب- **عصا الزانة**: عندما يركض لاعب الوثب العالى حاملا عصا مرنة (الزانة) ويغرسها في تراب الملعب ،تنثني العصا ويتحول جزءا من الطاقة الحركية للاعب إلى طاقة وضع مرونية ،وعندما تعتدل العصا تتحول طاقة الوضع المرونية إلى طاقة وضع جاذبية وطاقة حركية .

علل: تصنع عصا الزانة من قضبان ألياف الزجاجية.
ج: لأن لها قدرة كبيرة على تخزين طاقة الوضع المرونية، وبالتالي تساعد على تحقيق قفزات عالية.

ثالثا:الطاقة السكونية

- **الطاقة السكونية (E_0)**: هى طاقة وضع مخزنة فى الكتلة نفسها حيث تتحول الكتلة إلى طاقة .

والطاقة السكونية لجسم تساوى كتلة الجسم m مضروبة فى مربع سرعة الضوء c^2

$$E_0 = mc^2$$

تدريبات متنوعة

تدريب1: إذا رفعت كرة البولنج التى كتلتها $7.3kg$ من سلة الكرات إلى مستوى كتفك وكان ارتفاع سلة الكرة من مستوى الأرض $0.61m$ وإرتفاع كتفك $1.12m$ من مستوى الأرض (اعتبر g - $9.8m/s^2$)

1- احسب طاقة وضع الجاذبية للكرة وهى على كتفك بالنسبة للأرض

2- احسب طاقة وضع الجاذبية للكرة وهى على كتفك بالنسبة لسلة الكرات.

3- شغل الجاذبية عندما ترتفع الكرة من السلة إلى مستوى كتفك.

1- مستوى الإسناد هو سطح الأرض ونحسب طاقة وضع الجاذبية للكرة عند مستوى الكتف

$$PE_1 = mgh = 7.3\times9.8\times1.12 = 80.1248J$$

2- مستوى الإسناد هو سلة الكرة ونحسب طاقة وضع الجاذبية للكرة عند مستوى الكتف

$$PE_2 = mgh = 7.3\times9.8\times(1.12-0.61) = 36.4854J$$

3- مستوى الإسناد هو سلة الكرة ونحسب الشغل المبذول من الجاذبية

$$W = Fd = -mgh = -7.3\times9.8\times(1.12-0.61) = -36.4854J$$

تدريب2: يرفع عامل صندوقا كتلته $10kg$ إلى سطح طاولة ارتفاعها $1.1m$ من سطح الأرض ثم دفع الصندوق على سطح الطاولة مسافة $0.5m$ ثم أسقط على الأرض . ما التغيرات فى طاقة الصندوق – وما مقدار التغير فى طاقته الكلية مع إهمال الإحتكاك ($9.8m/s^2$ -g)

1- التغير في طاقة الصندوق عند رفعه

$$\Delta PE_1 = PE_f - PE_i = mgh - 0 = 10.1\times9.8\times1.1 = 1.1\times10^2 J$$

2- التغير فى الطاقة للصندوق على المستوى الأفقى = صفر لأن الإرتفاع لم يتغير وأهملنا قوى الإحتكاك

$$\Delta PE_2 = 0$$

3- التغير في طاقة الصندوق عند انزاله

$$\Delta PE_3 = PE_f - PE_i = 0 - 10\times9.8\times1.1 = -107.8J$$

التغير الكلى للطاقة $\Delta PE = \Delta PE_1 + \Delta PE_2 + \Delta PE_3 = 107.8 + 0 + (-107.8) = 0J$

تدريب3: اطلقت قذيفة كتلتها $25kg$ من مدفع على سطح الأرض فاذا كان مستوى الإسناد هو سطح الارض فما مقدار طاقة وضع الجاذبية عندما تصبح القذيفة على إرتفاع $425m$ والتغير فى طاقة الوضع عندما تصبح القذيفة على إرتفاع $225m$ (g - $9.8m/s^2$)

طاقة وضع الجاذبية على إرتفاع $425m$ ($PE = mgh = 25\times9.8\times425 = 1.04125\times10^5 J$)

طاقة وضع الجاذبية على إرتفاع $225m$ ($PE = mgh = 25\times9.8\times225 = 5.5125\times10^4 J$)

التغير فى الطاقة = ($1.04125\times10^5 - 5.5125\times10^4 = 4.9\times10^4 J$)

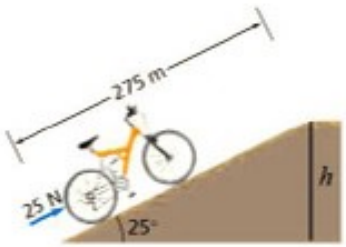
تدريب4: سقطت قطعة قرميد كتلتها $1.8kg$ عل الأرض من مدخنة ارتفاعها $6.7m$ فما مقدار التغير فى طاقة وضعها؟

$$\Delta PE = PE_f - PE_i = 0 - mgh = 0 - 1.8\times9.8\times6.7 = -118.188J$$

تدريب5: يدفع شخص دراجة كتلتها $13kg$ إلى أعلى طريق مائل بزاوية 25 درجة وطول الطريق $275m$ والقوة التى يدفع بها الشخص الدراجة هى $25N$ وموازية للسطح المائل

1 - الشغل الذى يبذله الشخص

2 - الشغل المبذول بواسطة قوة الجاذبية على الدراجة ($g = 9.8m/s^2$)



$$W = Fd\cos\theta = 25\times 275\cos 0 = 6.785\times 10^3 J$$

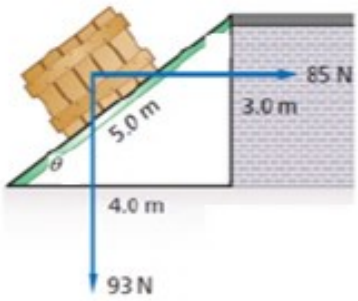
$$W = -mgh = -13\times 9.8\times 275\sin 25 = -1.48\times 10^3 J$$

تدريب6: يدفع عامل صندوق يزن $93N$ إلى أعلى مستوى مائل بحيث يدفعه فى اتجاه أفقى يوازى سطح الأرض كما فى الشكل .

1-إذا أثر العامل بقوة مقدارها $85N$ فما الشغل الذى يبذله من أسفل المستوى المائل إلى أعلاه؟

2-مامقدار الشغل الذى تبذله قوة الجاذبية الأرضية؟

3- مامقدار الشغل المبذول بواسطة قوى الإحتكاك إذا كان معامل الإحتكاك الحركى بين الجسم والسطح 0.2 ؟



(1) $W = Fd = 85\times 4 = 340J$

(2 $W = -mgh = -93\times 3 = -279J$

(3) $F_N = mg\cos\theta + F\sin\theta$

$$= 93\times(\frac{4}{5}) + 85\times(\frac{3}{5}) = 125.4N$$

$$F_k = \mu_k F_N = 0.2\times 125.4 = 25.08N$$

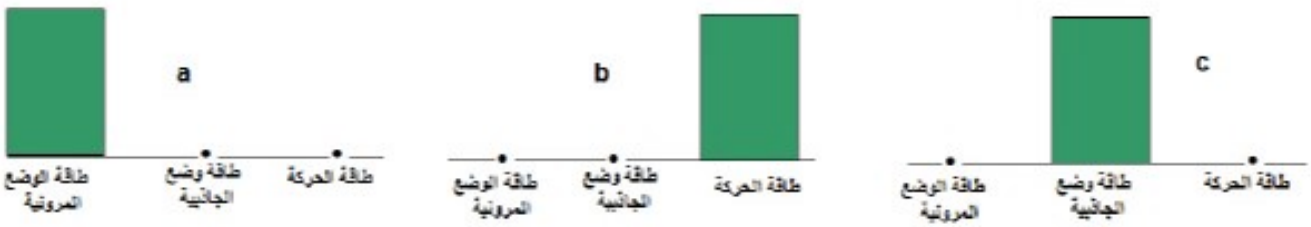
$$W_k = F_k \times d\cos 180 = -25.08\times 5 = -125.4J$$

تدريب7: لديك مسدس ألعاب بداخله نابض يطلق خرزات سريعة نتيجة انضغاط النابض وتعمل طاقة الوضع المرونية للنابض على دفع الخرزات المطاطية لأعلى ارسم مخططا بيانيا بالاعمدة يصف أشكال الطاقة في الحالات التالية:

a-لحظة دفع الخرزات داخل ماسورة النابض(انضغاط النابض)

b-لحظة تمدد النابض وخروج الخرزات بعد سحب الزناد

c- لحظة وصول الخرزات إلى أقصى ارتفاع



6-3 :حفظ الطاقة

قانون حفظ الطاقة

- **قانون حفظ الطاقة** : المجموع الكلى للطاقة فى أى نظام مغلق ومعزول يبقى ثابتا
  أي أن: فى النظام المغلق والمعزول لاتفنى الطاقة ولاتستحدث ولكنها تتحول من صورة إلى أخرى
- **الطاقة الميكانيكية** (E): الطاقة الميكانيكية للنظام هى مجموع الطاقة الحركية KE وطاقة الوضع PE اذا لم يكن هناك أنواع أخرى من الطاقة.

$$E = KE + PE$$

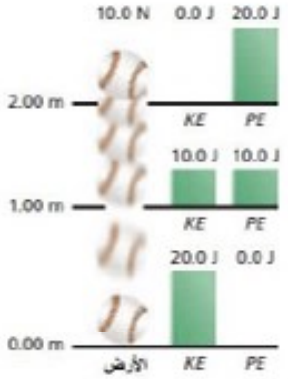
- **قانون حفظ الطاقة الميكانيكية** :مجموع الطاقة الحركية وطاقة الوضع فى النظام قبل وقوع الحدث تساوى مجموع الطاقة الحركية وطاقة الوضع فى النظام بعد وقوع الحدث.

$$KE_i + PE_i = KE_f + PE_f$$

مثال توضيحي (1) على قانون حفظ الطاقة:

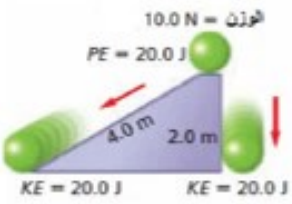
تخيل أن كرة وزنها $10N$ **سقطت من ارتفاع** $2m$

1- عند ارتفاع $2m$ (PE=20J , KE=0) ويكون (KE+ PE =20J)
2- عند ارتفاع $1m$ (PE=10J , KE=10J) ويكون (KE+ PE =20J)
3- عند سطح الأرض (PE=0 , KE=20J) ويكون (KE+ PE =20J)



مثال توضيحي (2) على حفظ الطاقة:

إذا تدحرجت الكرة على مستوى مائل مهمل الإحتكاك ولم تؤثر قوى خارجية فى النظام وسقطت الكرة من مسافة رأسية $2m$ فسوف تفقد طاقة وضع قدرها $20J$ ولايؤثر المسار الذى تسلكه الكرة لأن السطح أملس

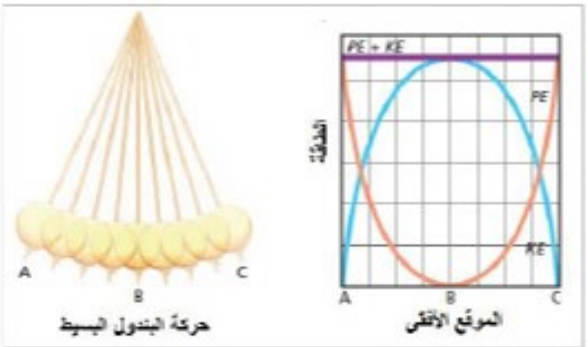


مثال توضيحي (3) على قانون حفظ الطاقة (حركة البندول)

عند حركة البندول البسيط تتغير الطاقة مع الموقع كما بالشكل:

1-**عند النقطة** (A) تكون (PE) أكبر مايمكن , وتكون (KE=0) .
2-**عند النقطة** (B) تكون (PE=0) , وتكون (KE) أكبر مايمكن .
3-**عند النقطة** (C) تكون (PE) أكبر مايمكن , وتكون (KE=0) .

وتبقى الطاقة الميكانيكية الكلية في النظام ثابتة عند أي نقطة.



فقدان الطاقة

- **اذا لم يكن النظام معزولا ومغلقا فان جزء من الطاقة الميكانيكية تضيع بسبب:**

1- وجود قوى خارجية تؤثر في النظام كقوى الاحتكاك ومقاومة الهواء.
2- تحول جزء من الطاقة الى أشكال أخرى من الطاقة كالطاقة الحرارية والصوتية وغيرها.

- **علل لما يلي:**

أ- يقف البندول البسيط عن التذبذب بعد فترة زمنية من سحبه بواسطة قوة خارجية.

.....

ب- تتوقف الكرة الساقطة على سطح الأرض عن الارتداد بعد فترة زمنية.

.....

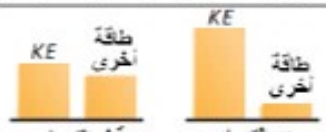
ت- يقل الارتفاع الذي تصل اليه عربة التزاج تدريجيا حتى تتوقف.

.....

تحليل التصادمات

- **تقسم التصادمات بين الأجسام بناءا على الطاقة الحركية للأجسام بعد التصادم الى ثلاثة أنواع.**

أ-التصادم فوق المرن ب- التصادم المرن ج- التصادم عديم المرونة.

وجه المقارنة	فوق المرن	المرن	عديم المرونة
التغير في الطاقة الحركية للنظام .	تزداد $KE_f \rangle KE_i$	لا تتغير . أي أنها ثابتة(محفوظة) $KE_f = KE_i$	تقل $KE_f \langle KE_i$
التغير في الزخم	لايتغير . الزخم ثابت (محفوظ)	لايتغير . الزخم ثابت (محفوظ)	لايتغير . الزخم ثابت (محفوظ)
التمثيل البياني بالأعمدة			

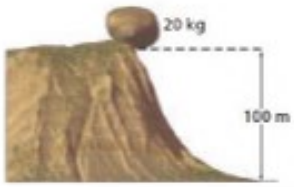
ملاحظات مهمة:

1- **يمكن تطبيق قانون حفظ الزخم سواء كان التصادم مرنا أم لا، أما قانون حفظ الطاقة فلا يطبق الا في حالة التصادمات المرنة.**
2- **لحساب الطاقة المفقودة (ΔKE) في حالة التصادمات غير المرنة.**

$$\Delta KE = KE_f - KE_i = (\frac{1}{2}m_1v_{1f}^2 + \frac{1}{2}m_2v_{2f}^2) - (\frac{1}{2}m_1v_{1i}^2 + \frac{1}{2}m_2v_{2i}^2)$$

تدريبات متنوعة

تدريب1: تستقر صخرة كتلتها $20kg$ على حافة تل إرتفاعه $100m$



(تسارع الجاذبية الأرضية - $9.8m/s^2$)

1- احسب طاقة وضعها بالنسبة لقاعدة التل

2-الطاقة الحركية للصخرة لحظة ارتطامها بالأرض

3- سرعة الصخرة لحظة ارتطامها بالأرض

1- $PE = mgh = 20\times9.8\times100 = 1.96\times10^4 J$

2- طاقة الحركة عند سطح الأرض = طاقة وضع الجاذبية عند أقصى ارتفاع

الطاقة الحركية عند سطح الأرض = $1.96\times10^4 J$

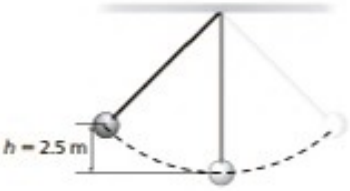
3- سرعة الصخرة لحظة ارتطامها بالأرض $KE = \frac{1}{2}mv^2$

$$1.96\times10^4 = \frac{1}{2}\times20\times v^2$$

$$v^2 = 1.96\times10^3 \qquad v = 44.27 m/s$$

تدريب2: يبين الشكل المقابل كرة معلقة بخيط يدور حرا فى المستوى الرأسى

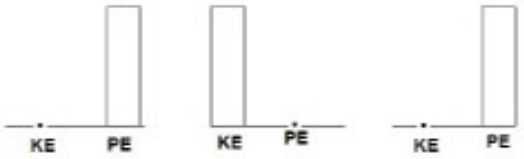
إذا كانت كتلة الكرة $4kg$ ومقاومة الهواء مهملة .



أ- **احسب الطاقة الحركية العظمى للكرة. (اعتبر g - $9.8m/s^2$)**

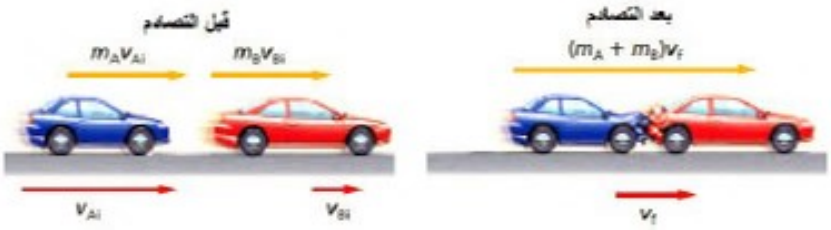
$$PE = mgh = 4\times9.8\times2.5 = 98\ J$$

الطاقة الحركية العظمى = طاقة وضع الجاذبية عند أقصى إزاحة= **98J**



ب- **ارسم مخططا بيانيا بالاعمدة يصف أشكال الطاقة.**

تدريب3: تحركت سيارة كتلتها $575kg$ بسرعة $15m/s$ ثم اصطدمت بسيارة أخرى كتلتها $1575kg$ تتحرك بسرعة $5m/s$ فى الإتجاه نفسه.



1- السرعة النهائية للسيارتين معا بعد التصادم

2-مقدار الطاقة الحركية المفقودة نتيجة التصادم

3- نسبة الطاقة المفقودة إلى الطاقة الأصلية

1- السرعة النهائية للسيارتين بعد التصادم

$$m1v_{1i} + m_2v_{2i} = (m_1 + m_2)v_f$$

$$575\times15 + 1575\times5 = (575+1575)v_f$$

$$v_f = 7.6744 m/s$$

2- الطاقة الحركية المفقودة نتيجة التصادم

$$\Delta KE = KE_f - KE_i$$

$$\frac{1}{2}(m_1+m_2){v_f}^2 - (\frac{1}{2}\,m_1{v_{1i}}^2 + \frac{1}{2}m_2{v_{2i}}^2)$$

$$= \frac{1}{2}(575+1575)7.6744^2 - (\frac{1}{2}\times 575\times 15^2 + \frac{1}{2}\times 1575\times 5^2)$$

$$= -2.15619\times 10^4\, J$$

3- نسبة الطاقة المفقودة إلى الطاقة الأصلية

$$\frac{\Delta KE}{KE_i} = \frac{-2.106\times 10^4}{(0.5\times 575\times 15^2 + 0.5\times 1575\times 5^2)} = -0.249$$

تدريب4: يتزلج لاعب كتلته $91kg$ على الجليد بسرعة $5.5m/s$ ويتحرك لاعب آخر له الكتلة نفسها بسرعة $8.1m/s$ في الإتجاه نفسه ليضرب اللاعب الأول من الخلف فينزلقا معا احسب:

1- المجموع الكلي للطاقة والزخم في النظام قبل التصادم.

2-سرعة اللاعبين بعد التصادم.

3- الطاقة المفقودة في التصادم

تدريب5: انزلق طفل كتلته 36Kg الى أسفل منزلق ارتفاعه 2.5m ، كما بالشكل . وتحرك أسفل المنزلق بسرعة 3m/s . احسب:

أ- الطاقة الكلية للطفل في أعلى المنزلق.

ب- الطاقة الكلية للطفل أسفل المنزلق.

ت- الطاقة المفقودة خلال انزلاقه.

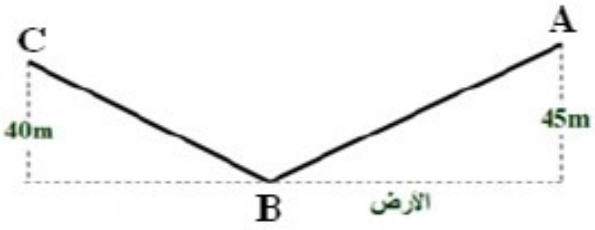
تدريب6: بدأ متسلق الإنزلاق فوق تل ارتفاعه $45m$ ، وكان التل يميل بزاوية 30 درجة على الافقى عند أسفل الوادى واستمر فى الحركة حتى وصل إلى التل الأخرالذى يبلغ ارتفاعه $40m$ حيث يقاس ارتفاع التلين من سطح الوادى.

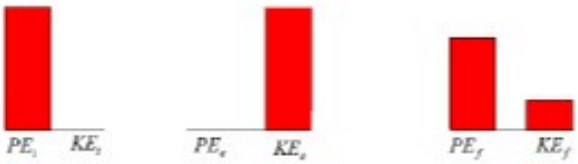
أ- مامقدار سرعة المتزلج عند أسفل الوادى (مع إهمال الإحتكاك وتأثير أعمدة الزلاجة)؟

ب- مامقدار سرعة المتزلج عند أعلى التل الثانى؟

ج- هل لزاوية ميل التل أى تأثير فى الجواب؟

د-ارسم مخطط الطاقة بالأعمدة.





$$PE_A + KE_A = PE_B + KE_B$$

$$m \times 9.8 \times 45 + 0 = 0 + \frac{1}{2} m v_B^{\ 2}$$

$$m \times 9.8 \times 45 = \frac{1}{2} m v_B^{\ 2}$$

$$v_B^{\ 2} = 882$$

$$v_B = 29.698 m/s$$

$$PE_A + KE_A = PE_c + KE_c$$

$$m \times 9.8 \times 45 = m \times 9.8 \times 40 + \frac{1}{2} m v_c^{\ 2}$$

$$v_c^{\ 2} = 2(441 - 392) = 98$$

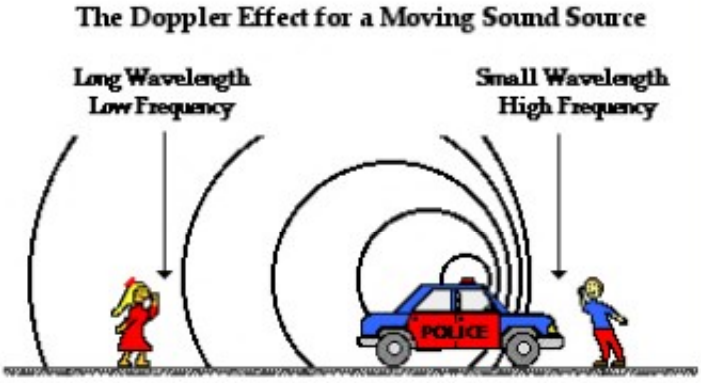
$$v_c = 9.899 m/s$$

ج- زاوية ميل التل ليس لها أى تأثير.

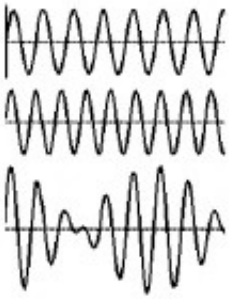
فيزياء 3

فيـــز 218-219

المـــــــــوجـــات



2015 م



ملاحظة مهمة: الكتاب هو المرجع الأساسي

ومحتويات هذا الملف لا يغني عن الكتاب المدرسي

اسم الطالب:.....

الرقم الأكاديمي:.....

رقم التسلسل:.....

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على سيدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين ، أما بعد، بحمد الله وعونه فقد تم اعداد هذه المفكرة من سلسلة المفكرات التي قمت باعدادها بداية بفيزياء 1 ، لطلبة المستوى الأول بالمرحلة الثانوية وصولا الى فيزياء 5 لطلاب المستوى الثالث .

وانني اذ أقدم هذا العمل المتواضع خدمة لأعزائي الطلاب وأخواني المدرسين في مملكتنا الحبيبة، متمنيا تحقيق الاستفادة والموفقية للجميع بأذنه تعالى.

ومما لا شك فيه أن تقع بعض الأخطاء والهفوات أثناء الكتابة و تحضير بعض الرسومات أو الشروحات ، وأكون ممتنا لكل من تفضل من الزملاء المدرسين والطلبة الأعزاء بموافاتي بالنصيحة ، والمشورة ، أو ما يرتأونه مناسبا للتعديل أو التغيير ، أو التصويب من خلال الاتصال أو مراسلتي عبر البريد الالكتروني.

والله الموفق.

أ.نبيل ابراهيم الملك
مدرس أول علوم (فيزياء) – مدرسة المحرق الثانوية
ت: 39161680
بريد الكتروني
Nabeel_almalik@yahoo.com

الفصل الأول : الاهتزازات والموجات

1-1 :الحركة الدورية

الحركة التوافقية البسيطة

- **الحركة الدورية(الاهتزازية)** : هى الحركة التى تكرر نفسها فى فترات زمنية متساوية.

أمثلة: حركة بندول ساعة – حركة جسم معلق في نابض- حركة أوتار قيثارة

- **الحركة التوافقية البسيطة** : هى حركة تتناسب فيها قوة الارجاع طرديا مع إزاحة الجسم عن موضع اتزانه.
وتعمل قوة الارجاع على اعادة الجسم لموضع اتزانه.

- **توجد كميتان تصفان الحركة التوافقية البسيطة**:

أ- **الزمن الدورى T** : هو الزمن الذى يحتاج اليه الجسم لعمل اهتزازة كاملة

ب- **سعة الإهتزازة A:** هى أقصى إزاحة للجسم عن موضع السكون (الاتزان).

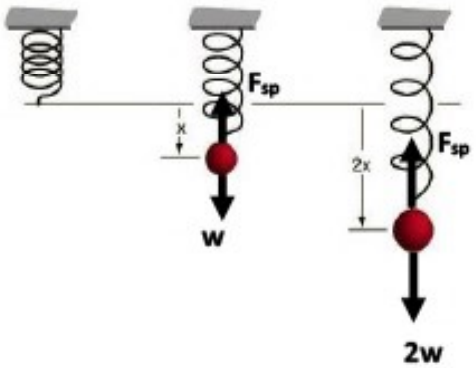
قانون هوك والكتلة المعلقة فى نابض

- **قانون هوك** :

نص القانون: القوة التى يؤثر بها نابض تساوى حاصل ضرب ثابت النابض فى مقدار الاستطالة أو الانضغاط.

أي:

$$F = -kx$$



حيث أن : **F** :القوة التي يؤثر بها نابض (N)
K :ثابت النابض (N/m) ويعتمد على صلابة النابض اضافة لخصائص أخرى.
x :مقدار الاستطالة أو الانضغاط (m)

والاشارة السالبة في القانون تعني أن القوة هي قوة ارجاع.

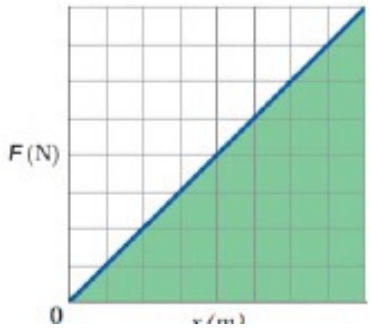
- **طاقة الوضع المرونية المختزنة فى نابض**:

طاقة الوضع المرونية فى نابض تساوى نصف حاصل ضرب ثابت النابض k فى مربع إزاحته x^2 .

$$PE_{sp} = \frac{1}{2} kx^2 \qquad J(N.m)$$

- **العلاقة البيانية بين القوة المؤثرة في نابض ومقدار الاستطالة**

كلما زادت مقدار القوة المؤثرة على نابض زادت الاستطالة (علاقة طردية).



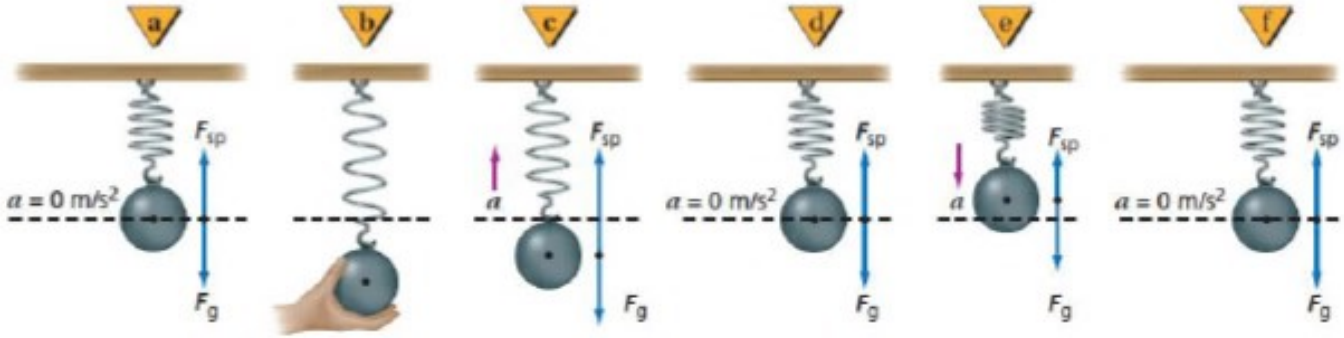
ومن خلال الرسم البياني يمكن ايجاد ما يلي:

أ- ثابت النابض K يساوي ميل الخط البياني لمنحنى (القوة – الاستطالة)

ب- طاقة الوضع المرونية المختزنة في نابض PE_{sp} تساوي مساحة الشكل تحت منحنى (القوة – الاستطالة) .

- **الكتلة المعلقة في نابض**

س: يوضح الشكل المجاور الحركة التوافقية البسيط لجسم معلق في نابض . أدرس الشكل جيدا ثم أكمل الجدول التالي:



الحالة	F_{sp}		$F_{المحصلة}$	
	الاتجاه	المقدار	الاتجاه	المقدار
a				
b				
d				
e				
f				

1- في أي حالة يكون مقدار التسارع صفرا ؟ ما مقدار السرعة المتجهة في تلك الحالة؟

.....

.....

2- في أي حالة تكون السرعة المتجهة صفرا ؟ كم يكون التسارع في تلك الحالة؟

.....

.....

- **تطبيقات على طاقة الوضع المرونية**

ماصات الصدمات في السيارات: يتم تصميم ماصات الصدمات في السيارات الحديثة بحيث تحتوي على نوابض خاصة تخزن الطاقة في حالات التصادم . وبعد توقف السيارة وانضغاط النوابض تعود لمواضع اتزانها ، وترتد السيارة عن الحاجز.

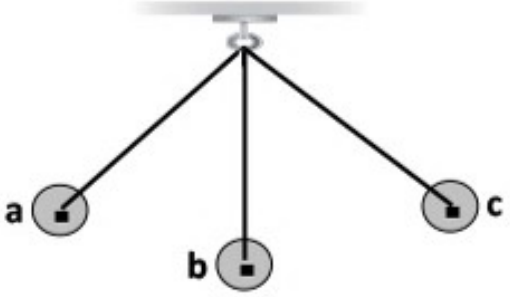
البندول البسيط

البندول البسيط : عبارة عن جسم صلب كثافته عالية (الثقل) معلق بواسطة خيط.

علل لما يلي: يعتبر البندول البسيط حركة توافقية بسيطة

ج: لأن قوة الارجاع (القوة المحصلة) تتناسب طرديا مع ازاحة الجسم عن موضع اتزانه في حدود زوايا الميل الصغيرة (أقل من 15 درجة).

س: يبين الشكل الموضح أدناه حركة بندول بسيط في مواضع مختلفة بدءا من النقطة (a) وانتهاءا بالنقطة (c) . تأمل الشكل ثم أجب عن الأسئلة التالية:



أ- ارسم القوى المؤثرة على الجسم في المواضع الثلاثة.

ب- أكمل الجدول التالي:

الحالة	القوة المحصلة	التسارع	السرعة المتجهة
A			
B			
C			

- **حساب الزمن الدوري في البندول البسيط**

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

حيث أن:
l :طول الخيط (m)
g :تسارع الجاذبية وهي بالنسبة للأرض تساوي 9.8 m/s^2

ملاحظات هامة:
الزمن الدوري للبندول البسيط يعتمد فقط على: طول خيط البندول وتسارع الجاذبية الأرضية ولا يعتمد على كتلة الثقل أو سعة الاهتزازة.
من التطبيقات المهمة على البندول حساب تسارع الجاذبية الأرضية g باستخدام العلاقة السابقة.

الرنـــــين

الرنين: حالة خاصة في الحركة التوافقية البسيطة تحدث عندما تطبق قوى صغيرة على جسم مهتز في فترات زمنية منتظمة مساوية للزمن الدوري للاهتزازة ، مما يؤدي الى زيادة سعة الاهتزازة.

أمثلة على الرنين:
1-تأرجح الأرجوحة تحت تأثير دفعات متتالية خلال فترات زمنية متساوية.
2-أرجحة السيارة للأمام والخلف لتحرير عجلاتها من الرمل أو الثلج.
3-القفز المتواتر على لوح القفز أو الغوص.

تطبيق على الرنين:

علل لما يأتي:

1- يؤدي صوت الجمهور وحركتهم المنتظمة عند قفزهم الى أعلى وأسفل الى تحطيم هيكل الشرفة في المسرح.
ج: لأن قفزهم الى أعلى وأسفل بزمن دوري مساو للزمن الدوري الطبيعي لاهتزاز الشرفة ينشأ عنه حالة رنين يؤدي لزيادة سعة الاهتزازة تدريجيا مما قد يسبب تحطيم هيكل الشرفة.

2- اهتزاز عجلة السيارة بقوة عند سرعة معينة عندما تكون عجلات السيارة غير متوازنة.
ج: لأنه عند تلك السرعة يصبح تردد دوران الاطار مساويا للتردد الطبيعي للسيارة ، مما يؤدي لحدوث حالة الرنين.

تدريبات متنوعة على الحركة الدورية

تدريب1: اذا استطال نابض مسافة 0.12 m عندما علق في أسفله عدد من التفاحات وزنها 3.2 N كما بالشكل الموضح أدناه. فأحسب:

1- **ثابت النابض.**

.....

.....

.....

.....

2- **طاقة الوضع المرونية المختزنة في النابض نتيجة لهذه الاستطالة.**

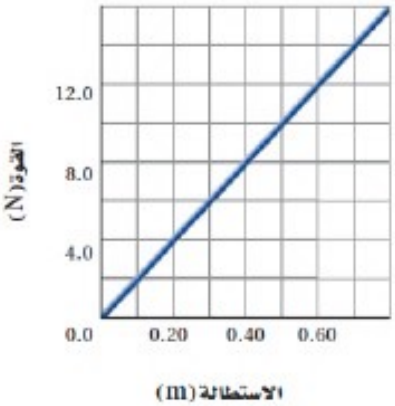
.....

.....

.....

.....

تدريب2: يبين الشكل أدناه العلاقة البيانية بين القوة المؤثرة في نابض ومقدار استطالته. احسب ما يلي:



1- **ثابت النابض.**

.....

.....

.....

.....

2- **الطاقة المختزنة في النابض عندما يستطيل ويصبح طوله 0.5 m**

.....

.....

.....

.....

3- **اذا زادت الاستطالة في نابض بمقدار الضعف. فما تأثير ذلك على طاقة الوضع المرونية المختزنة في النابض؟**

.....

.....

تدريب 3: اذا كان ثابت كل نابض من نوابض سيارة وزنها 12000N يساوي 25000N/m .فكم ينضغط كل نابض اذا وقع عليه ربع وزن السيارة؟

.....

.....

.....

.....

تدريب 4: اذا كان الزمن الدوري لبندول طوله 0.75m يساوي 1.8 s على سطح أحد الكواكب، فما مقدار g على هذا الكوكب؟

.....

.....

.....

.....

تدريب 5: اذا زادت الاستطالة في نابض بمقدار الضعف. فما تأثير ذلك على ما يلي:

1- **القوة الناتجة في النابض (قوة الارجاع).**

.....

2- **طاقة الوضع المرونية المختزنة في النابض.**

.....

تدريب6: اختر الاجابة الصحيحة:

1- **بندول بسيط طوله 2m وزمنه الدوري T تغير طوله إلي 8m فان زمنه الدوري يتغير إلي :**

أ- 0.25T ب- 0.5T ج- 2T د- 4T

2- **عند زيادة طول الخيط في بندول بسيط أربع مرات ، فان الزمن الدوري للبندول البسيط :**

أ- يزيد مرتين ب- يزيد أربع مرات ج- يقل للنصف د- يقل للربع

3- **يمثل الشكل بندول بسيط يتحرك حركة توافقية بسيطة، اذا كان الزمن اللازم للبندول ليتحرك من النقطة A الى النقطة C 0.2 s، ما تردد البندول؟**

أ- 5HZ ب- 2.5 HZ ج- 0.4HZ د- 10HZ

4- **يمكن تغيير تردد البندول عن طريق:**

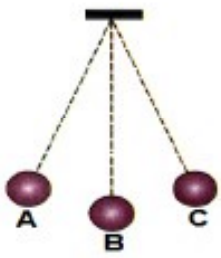
أ- زيادة الثقل المعلق ب- زيادة سعة الاهتزازة ج- تقليل سعة الاهتزازة د- زيادة طول الخيط

5- **في البندول البسيط ، عند زيادة كل من طول البندول والكتلة المعلقة به الى ضعفي ما كانتا عليه ، ماذا يحدث للزمن الدوري للبندول؟**

أ- يزداد بمقدار 1.4مما كان عليه ب- يزداد بمقدار ضعفي ما كان عليه

ج- يزداد بمقدار 0.71 مما كان عليه د- يبقى الزمن الدوري ثابتا

تدريب7: يوضح الشكل المقابل بندول بسيط طوله 80 cm ، معلق فيه كرة كتلتها 0.5 kg . أجب عما يلي:



1- **احسب الزمن الدوري للبندول.**

.....

.....

.....

2- **كم يكون الزمن الدوري عند استبدال الكرة بأخرى كتلتها 2kg؟**

.....

.....

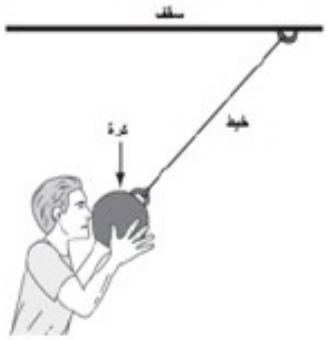
3- **عند أي من النقاط تكون سرعة الكرة أكبر ما يمكن.**

.....

4- **اقترح طريقة لزيادة الزمن الدوري للضعفين.**

.....

تدريب8: فى الشكل خيط مربوط بسقف وينتهى بكرة معدنية إذا كان لديك ساعة إيقاف ومسطرة مترية . وضح كيف يمكنك استخدام هذه الأدوات لحساب تسارع الجاذبية الأرضية.



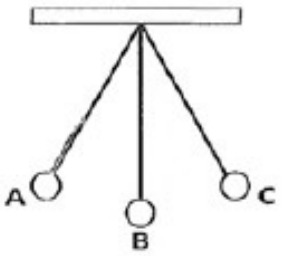
.....

.....

.....

.....

.....



تدريب9: بندول بسيط يتأرجح جيئة وذهابا كما بالشكل. أجب عن الأسئلة التالية:

1- ماذا تسمى حركة البندول (التأرجح حول موضع السكون)؟ .....

2- ارسم على الشكل المجاور القوى المؤثرة في الثقل المعلق عند الوضع (A) مع تحديد مسمى كل قوة.

3- مستعينا بالرموز في الشكل المجاور أكمل الفراغات التالية:

أ- تكون السرعة المتجهة أكبر ما يمكن عند الموضع / المواضع .....

ب- يكون التسارع أكبر ما يمكن عند الموضع المواضع.....، بينما يكون التسارع صفرا عند .....

ت- اذا كانت كتلة الجسم الصلب 3Kg وطول الخيط 50 cm فاحسب الزمن الدوري للبندول.

.....

.....

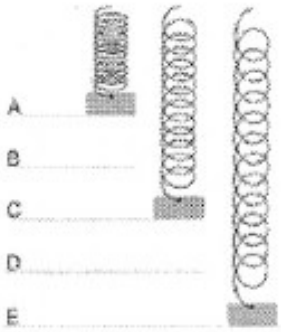
.....

4- هل تتوقع أن يبقى الزمن الدوري لهذا البندول كما هو عليه عند نقله الى سطح القمر حيث تسارع الجاذبية $1.6\ m/s^2$؟علل

.....

.....

تدريب10: يمثل الشكل أدناه كتلة معلقة في نهاية نابض، يهتز لأعلى وأسفل ، فاذا علمت أن المسافتين CA و CE تمثلان أكبر مسافة ينضغطهما أو يستطيلهما النابض. فأجب عن الأسئلة التالية:



أ- حدد النقطة /النقاط التي يكون فيها للكتلة المعلقة طاقة حركية عظمى.

.....

ب- حدد النقطة / النقاط التي تكون فيها طاقة الوضع المرونية المختزنة في النابض قيمة عظمى.

.....

ت- في أي اتجاه (أعلى /أسفل) يكون اتجاه قوة الارجاع عندما تكون استطالة النابض أكبر ما يمكن.

.....

تدريب11: يتأرجح طارق وحسن جيئة وذهابا على جسر بالحبال فوق أحد الأنهار ، حيث يربطان حبالهما عند احدى نهايتي الجسر، ثم يسقطان في النهر.فاذا علمت أن طول الحبل 10m .فأجب عن الأسئلة التالية:

أ- احسب الزمن اللازم لطارق حتى يصل لقمة الدورة في الجانب الآخر من الجسر.

.....

.....

.....

ب- قارن بين الزمن الدوري لحسن وطارق اذا كانت كتلة حسن ضعف كتلة طارق.

.....

ت- حدد النقاط التي تكون عندها ما يلي:

KE أكبر ما يمكن	PE أكبر ما يمكن	KE أقل ما يمكن	PE أقل ما يمكن
.....	.....	.....	.....

تدريب12: **كتلة مقدارها** 5Kg **معلقة بنابض مرن ، والاستطالة الحادثة في النابض قدرها** 20 cm **احسب كلا من**:

1- **ثابت النابض**.

.....

.....

.....

2- **مقدار طاقة الوضع المرونية المختزنة في النابض والناتجة عن هذه الاستطالة**.

.....

.....

.....

تدريب 13: (**مسألة تحد**): **سيارة كتلتها** 2000Kg، **تستقر على قمة تل ارتفاعه** 6m، **قبل أن تهبط على طريق عديم الاحتكاك في اتجاه حاجز تصادم عند أسفل التل . فاذا احتوى حاجز التصادم على نابض مقدار ثابته يساوي** 26670 N/m . **مصمم على أن يوقف السيارة بأقل الاضرار. احسب**:

1- **المسافة التي ينضغطها النابض عندما تصطدم به السيارة**.

.....

.....

.....

2- **المسافة التي ينضغطها النابض اذا هبطت السيارة من قمة تل ارتفاعه ضعفي ارتفاع التل السابق**.

.....

.....

.....

3- **ماذا يحدث بعد أن تتوقف السيارة؟**

.....

.....

1-2 : خصائص الموجات

س1: ما المقصود بالمصطلحات العلمية التالية:

أ- **الموجة**: اضطراب يحمل الطاقة خلال الفراغ أو المادة دون أن تنتقل مادة الوسط. (وتتكون من عدة نبضات موجية)

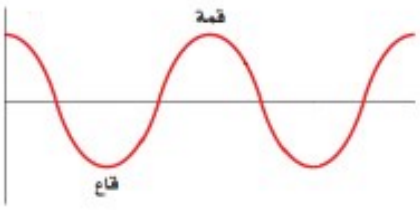
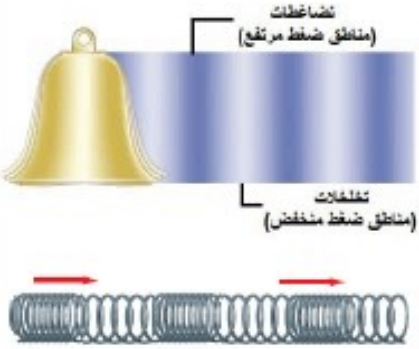
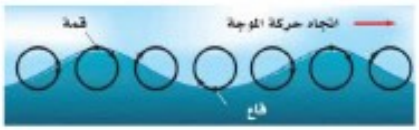
ب- **النبضة الموجية**: اضطراب مفرد ينتقل خلال الوسط.

ج- **الموجة الدورية**: هي موجات تتكرر بانتظام في أزمنة متساوية.

س2: ما الفرق بين الموجات الميكانيكية والموجات الكهرومغناطيسية ؟ مدد بعض الأمثلة.

وجه المقارنة	الموجات الميكانيكية	الموجات الكهرومغناطيسية
التعريف	هي موجات تحتاج الى وسط مادي تنتقل فيه.	هي موجات لا تحتاج الى وسط مادي تنتقل فيه.
أمثلة	1- موجات الماء (الوسط الناقل: الماء) 2- موجات الصوت(الوسط الناقل:الهواء) 3- الموجات المنتقلة في الحبل (الوسط الناقل: الحبال) 4- الموجات المنتقلة في نابض(الوسط الناقل: النابض)	1- موجات الضوء 2- موجات الراديو 3-الأشعة السينية-X

س3: قارن بين أنواع الموجات الميكانيكية من حيث: المفهوم- الرسم- مع اعطاء أمثلة لكل منها.

وجه المقارنة	الموجات المستعرضة	الموجات الطولية	الموجات السطحية
التعريف	هي الموجات التي تهتز فيها جزيئات الوسط في اتجاه عمودي على اتجاه انتشارها.	هي الموجات التي تهتز فيها جزيئات الوسط في اتجاه مواز لاتجاه انتشارها .	هي موجات تهتز فيها جزيئات الوسط (الماء) عند السطح في اتجاه عمودي ومواز على اتجاه انتشارها في نفس الوقت.
الرسم			
أمثلة	الموجات المنتقلة في حبل	الموجات المنتقلة في نابض- موجات الصوت	موجات البحر

س4: (علل) تعتبر موجات الصوت أحد أنواع الموجات الطولية.

لأن جزيئات الوسط في موجات الصوت تهتز في اتجاه مواز لاتجاه انتشارها.

قياس الموجة

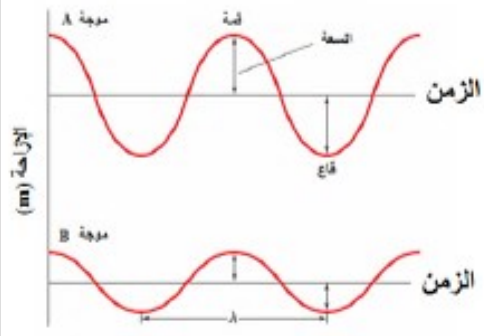
تعتمد بعض خصائص الموجات على كيفية توليدها (المصدر) وتعتمد الخصائص الأخرى على الوسط أو الأثنان معا.

1- سرعة الموجة(v): هي المسافة d التي تقطعها الموجة خلال وحدة الزمن t

$$v = \frac{\Delta d}{\Delta t} \qquad m/s$$

- **تعتمد** سرعة الموجة الميكانيكية على **الوسط** التي تنتقل خلاله فقط **ولا تعتمد** على **سعة الموجة أو ترددها**.
- تؤثر خصائص الوسط (مثل الكثافة- درجة الحرارة- .....) في سرعة الموجة.

2- سعة الموجة (A): هي أقصى إزاحة للموجة عن موضع اتزانها.



- تعتمد سعة الموجه على **المصدر** (أي كيفية توليدها) ولا تعتمد على الوسط (أو سرعة الموجة).
- تنقل الموجة ذات السعة الكبيرة **طاقة أكبر** من التي تنقلها الموجة التي سعتها قليلة حيث تتناسب طاقة الموجة **طرديا مع مربع السعة**.

(إذا زادت سعة الموجة للضعف فإن طاقة الموجة تزداد أربع أمثال)

3- الطول الموجي (λ): هو أقصر مسافة بين أى نقطتين بحيث يتكرر نمط الموجة نفسه أو المسافة بين قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليين.

- يعتمد الطول الموجي على **المصدر والوسط معا**.

4-الطور:

- أى نقطتين فى الموجة تكونان فى **الطور نفسه** إذا كانت المسافة بينهما تساوى طولا موجيا واحدا أو مضاعفاته. وتكون لهما نفس الازاحة عن موضع الاتزان ونفس السرعة المتجهة. مثال : (قمة – قمة) – (قاع- قاع)

- عندما تكون المسافة بين النقطتين نصف طول موجي تكون النقطتين **مختلفتين في الطور** بزاوية 180 درجة.
وتكون عندها النقطتين متعاكستين في الازاحة والسرعة المتجهة. مثال : (قمة – قاع)

5-الزمن الدورى (T): هو الزمن اللازم للجسم المهتز حتى يكمل دورة كاملة.

- يعتمد الزمن الدوري على **المصدر فقط** ولا يعتمد على الوسط الذي تنتقل خلاله (أو سرعة الموجة).

6- التردد (f): هو عدد الإهتزازت الكاملة التى يعملها الجسم المهتز فى الثانية الواحدة ويقاس بالهيرتز (Hz) أو (اهتزازة/ ثانية).

- يعتمد التردد على **المصدر فقط** ولا يعتمد على الوسط الذي تنتقل خلاله (أو سرعة الموجة).

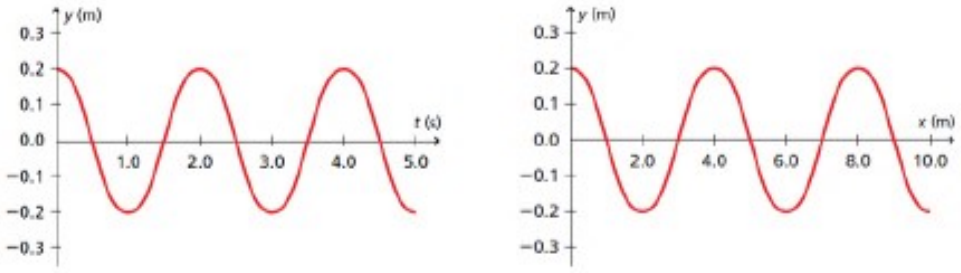
العلاقة بين التردد والزمن الدوري $\boxed{f = \frac{1}{T}}$ (تردد الموجة يساوى مقلوب زمنها الدورى)

علاقة أخرى لحساب التردد $\boxed{f = \frac{\text{عدد الاهتزازات}}{\text{الزمن الكلي}}}$

العلاقة بين الطول الموجى والتردد والسرعة $\boxed{\lambda = \frac{v}{f}}$ (طول الموجة يساوى سرعتها مقسومة على ترددها)

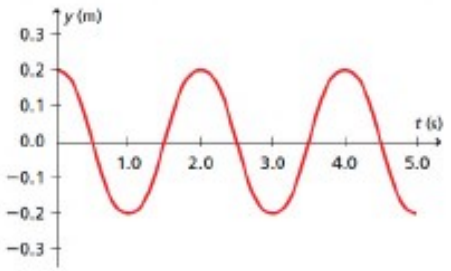
تمثيل الموجات

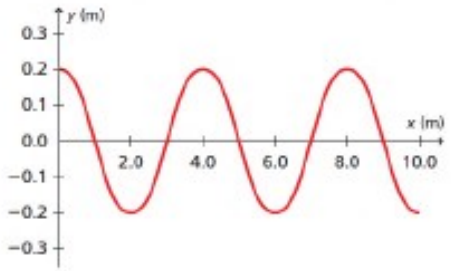
يمكن تمثيل الموجات بيانيا من خلال منحنى (الازاحة- الموقع) أو (الازاحة – الزمن) كما هو موضح بالشكل.



تدريبات متنوعة على خصائص الموجات

تدريب1: فى الشكلين التاليين تم تمثيل نفس الموجة بالعلاقة البيانية (الإزاحة –الموقع)، كما تم تمثيلها بالعلاقة البيانية بين (الإزاحة – الزمن) . أوجد ما يلي:





أ- الطول الموجي:.....

ب- الزمن الدوري:.....

ج- سعة الموجة:.....

د- تردد الموجة:.....

هـ- سرعة الموجة:.....

و- عدد الموجات في الشكل: .....

تدريب2: أطلق خالد صوتا عاليا فى اتجاه جبل يبعد $465m$ وسمع صدى الصوت بعد زمن $2.75s$. أوجد ما يلي:

أ- سرعة الصوت فى الهواء .

ب- تردد موجة الصوت إذا كان طولها الموجى $0.750m$.

ج-الزمن الدورى للموجة.

د- اذا دخلت موجات الصوت في ماء البحيرة القريبة من الجبل . فكم يكون التردد والزمن الدوري داخل الماء؟

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

تدريب3: تتولد خمس نبضات فى خزان ماء كل $0.100s$. احسب سرعة انتشار الموجة إذا كان طولها $1.20cm$ ؟

.....

.....

.....

.....

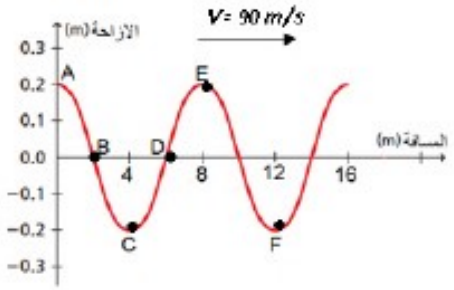
.....

تدريب4: صنف الخصائص التالية بحسب اعتمادها على الوسط أو المصدر أو الأثنان معا.

السرعة – الطول الموجي- الزمن الدوري- التردد - السعة

خصائص تعتمد على الوسط	.....
خصائص تعتمد على المصدر	.....

تدريب5: الشكل المجاور يمثل موجة تتحرك بسرعة 90 m/s . أوجد ما يلي:



1- **سعة الموجة:** .....

2- **الطول الموجي:** .....

3- **تردد الموجة:** .....

4- **الزمن الدوري:** .....

5- **نقطتان متفقتان في الطور:** .....

6- **عدد الموجات في الشكل:** .....

تدريب6: اختر الاجابة الصحيحة لكل مما يلي:

1- **احدى العوامل التالية تؤثر في الطاقة المنقولة بواسطة الموجة الميكانيكية :**

أ- الطول الموجي ب- التردد ج- سرعة الموجة د- سعة الموجة

2- **أي من الخصائص التالية لا يعتمد مقدارها على نوع الوسط الذي تنتشر فيه الموجة :**

أ- الطول الموجي والتردد ب- التردد والزمن الدوري

ج- سرعة الموجة والطول الموجي د- سعة الموجة والطول الموجي

3- **تعد الموجات التالية أمثلة على الموجات الميكانيكية ما عدا:**

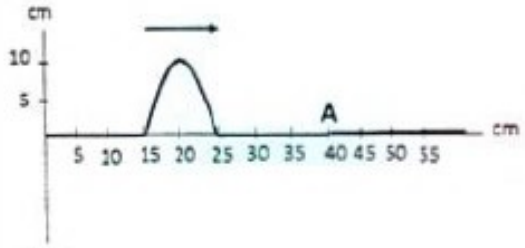
أ- موجات الماء ب- موجات الصوت ج- موجات الحبل د- موجات الضوء

4- **كميتان تصفان الموجة وحاصل ضربهما يساوي الواحد الصحيح ، أي مما يلي تمثل هاتان الكميتان:**

أ- السرعة والسعة ب- الطول الموجي والتردد ج- الطول الموجي والسعة د- التردد والزمن الدوري

تدريب 7: يمثل الجزء a من الشكل المجاور نبضة موجية تنتقل في نابض بسرعة 1m/s الى نابض آخر يتصل به عند النقطة A ، ويمثل الجزء b النبضتين في النابضين بعد فترة زمنية، (اعتبر المسافة التي قطعتها النبضة المنعكسة AN والتي قطعتها النبضة النافذة AM) .

أجب عن الأسئلة التالية:



1- **ما سرعة النبضة المنعكسة؟**

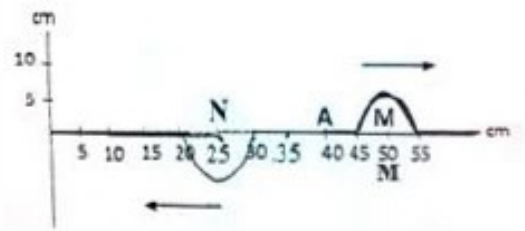
.....

.....

.....

.....

2- **احسب سرعة النبضة النافذة.**



.....

.....

.....

.....

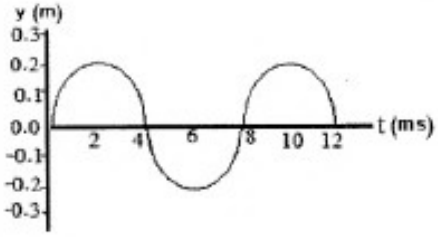
.....

.....

.....

.....

تدريب8 : **الموجة التي تظهر في الشكل أدناه قطعت مسافة**80m **في زمن قدره**0.21s**، أجب عن الأسئلة التالية:**



1- **أوجد سرعة الموجة.**

.....

.....

.....

2- **ما مقدار طول الموجة؟**

.....

.....

.....

3- **ما مقدار سعة الموجة؟**

.....

1-3 :سلوك الموجات

عندما تصل موجة إلى الحد الفاصل بين وسطين مختلفين فإنه :

أ - ينعكس جزء منها للوسط نفسه (الانعكاس).

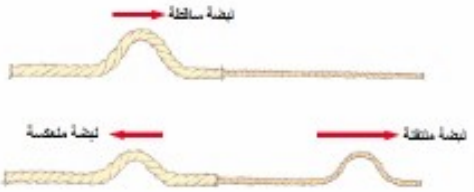
ب - يمر الجزء الآخر خلال الحد الفاصل إلى الوسط الآخر و يتغير اتجاهه (الانكسار).

الموجات عند الحواجز

عندما تتحرك نبضة من النابض (الخيط) الأكثر سمكا إلى النابض الأقل سمكا

فإن جزء من النبضة ينعكس (معتدلا)

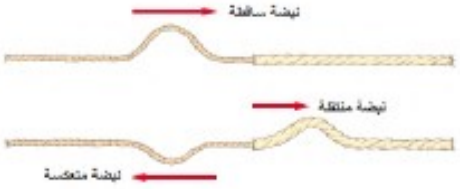
والجزء الآخر ينتقل فى النابض الأقل سمكا (معتدلا)



عندما تتحرك نبضة من النابض (الخيط) الأقل سمكا إلى النابض الأكثر سمكا

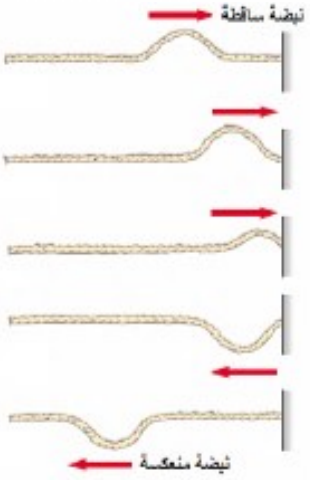
فإن جزء من النبضة ينعكس (مقلوبا)

والجزء الآخر ينتقل فى النابض الأكثر سمكا (معتدلا)



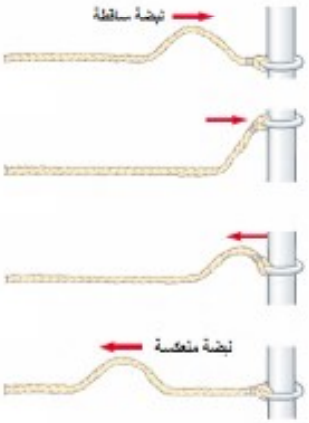
عندما تتحرك نبضة باتجاه حائط صلب مصقول

تنعكس النبضة وتكون النبضة المنعكسة مقلوبة ومساوية تقريبا لسعة النبضة الساقطة.



عندما يكون النابض متصلا بحلقة حرة الحركة حول قضيب.

تكون النبضة المنعكسة معتدلة وتكون مساوية تقريبا لسعة الموجة الساقطة.



تراكب الموجات

س: ما المقصود بالمصطلحات التالية؟

أ- مبدأ التراكب: الإزاحة الحادثة فى وسط والناتجة عن نبضتين أو أكثر تساوى المجموع الجبرى للإزاحات الناتجة عن كل موجة على حدة.

ب- تداخل الموجات : **هو** الأثر الناتج عن تراكب موجتين أو أكثر في نفس الوسط وفي نفس الوقت.

أنواع التداخل

1- **التداخل الهدمى**: تراكب موجتين (نبضتين) أو أكثر ازاحتهما متعاكستين بحيث تلتقي قمة الموجة الأولى مع قاع الموجة الثانية.
وقد يكون التداخل الهدمي تام أو غير تام.

أ- **التداخل الهدمي التام**: ويحدث عندما تكون سعة الموجتين متساويتين.
وتكون مقدار الازاحة أو سعة الموجة الناتجة تساوي **صفرا**. وتتكون عندها نقاط تسمى **العقد N**.

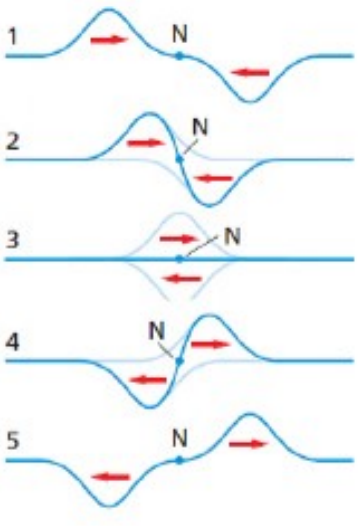
العقدة N :هى النقطة التى عندها تكون سعة الموجة الناتجة من تراكب موجتين **= صفر**، وهي نقاط لا تتحرك مطلقا.

ب- **التداخل الهدمي غير تام**: ويحدث عندما تكون سعة الموجتين غير متساويتين.

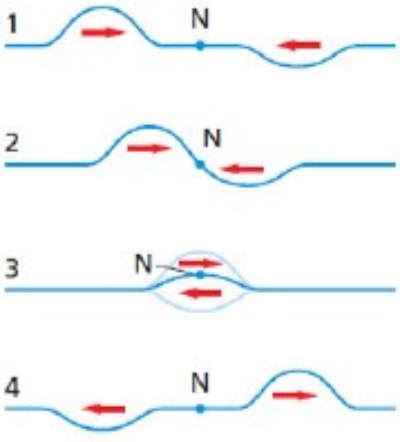
2-**التداخل البنائي**: تراكب موجتين (نبضتين) أو أكثر عندما تكون ازاحات الموجات في الاتجاه نفسه بحيث تلتقي قمة الموجة الأولى مع قمة الموجة الثانية. وتكون سعة النبضة الناتجة أكبر من سعة أي من النبضتين. وتتكون عندها نقاط تسمى **البطون A**.

البطن A :هى النقطة التى عندها تكون سعة الموجة الناتجة من تراكب موجتين أكبر مايمكن

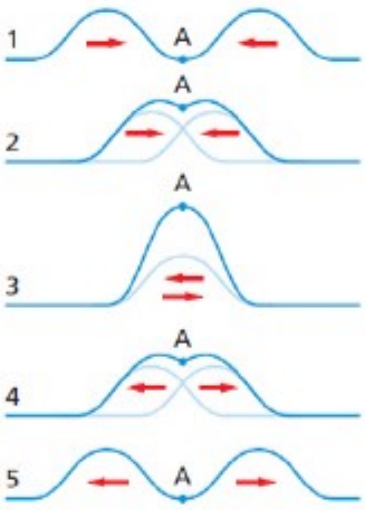
ملاحظة: بعد حدوث عملية التداخل تستعيد النبضات شكلها وحجمها الأصلى وتواصل حركتها



تداخل هدمي تام



تداخل هدمي غير تام



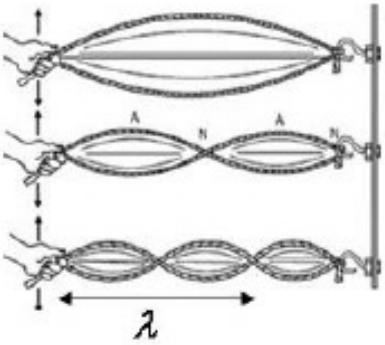
تداخل بنائي

الموجات الموقوفة

الموجات الموقوفة: هى الموجات الناتجة عن تراكب موجتين تتحركان في اتجاهين متعاكسين وتتكون من عقد وبطون.

الطول الموجي للموجة الموقوفة: ضعف المسافة بين عقدتين متتاليتين أو بطنيين متتاليين.

مثال : عند تحريك طرف حبل متصل طرفه الآخر بحائط مثلاً. تتحرك الموجات باتجاه الطرف الثابت (الجدار) فتنعكس عنه منقلبة، فتصل لليد مرة أخرى وتنعكس منقلبة أيضا وهكذا . تتداخل الموجات الساقطة والمنعكسة مكونة " الموجات الموقوفة".



- كلما زاد تردد الاهتزاز (حركة اليد) يزداد عدد العقد والبطون.
- إذا كان الزمن الدورى لحركة اليد يساوى الزمن الدوري للنبضة ، عندئذ تضاف الإزاحة التى تولدها اليد فى كل مرة إلى إزاحة الموجة المنعكسة ويتولد الرنين ميكانيكى .

الموجات في بعدين

حركة الموجات بحسب أبعاد الحركة

أ- **في بعد واحد** : الموجات في حبل أو نابض.

ب- **في بعدين**: الموجات على سطح الماء (دائرية أو مستوية)

ج- **في ثلاث أبعاد**: موجات الصوت والموجات الكهرومغناطيسية.

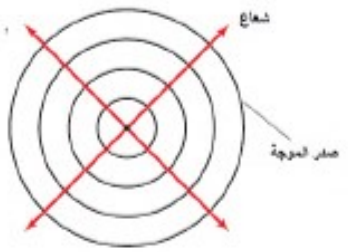
تمثيل الموجات في بعدين:

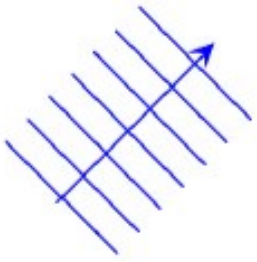
- عند حدوث اضطراب في الماء تتولد موجات تنتشر في جميع الاتجاهات. وتتكون الموجات من قمم وقيعان .
- لتمثيل الموجات في بعدين نرسم خطوط تمثل قمم الموجات تسمى " صدر الموجة".

  صدر الموجة: هو الخط الذي يمثل قمة الموجة في بعدين.
- قد تتولد في الماء **موجات دائرية أو موجات مستوية** وذلك تبعا لمصدر الاهتزاز ، تنتشر بعيدا عن المصدر وعموديا على صدور الموجات.

  أ- **الموجات الدائرية** تمثل بدوائر متحدة المركز تعبر عن قمم الموجات.

  ب- **الموجات المستوية** تمثل بخطوط مستقيمة متوازية تعبر عن قمم الموجات.
- المسافة بين صدور الموجات في بعدين تبين **الطول الموجي** لهذه الموجات ولا تبين سعتها.
- يمكن تمثيل اتجاه انتشار الموجة بواسطة **شعاع متعامد** مع صدور الموجات (زاوية قائمة).





حوض الموجات

س: ما هو حوض الموجات؟

هو حوض يستخدم لدراسة خصائص الموجات المنتشرة في بعدين .

تركيبه: حوض به ماء- ألواح أهتزاز تولد موجات بتردد ثابت - حاجز- لوح كرتون أبيض فى قاع الحوض- مصباح فوق الحوض.

طريقة عمله: عند اضاءة المصباح يتكون ظل تحت الحوض يبين موقع قمم الموجات وقيعانها، ويمكن من خلالها دراسة خصائص الموجات كالانعكاس والانكسار وغيرها.

انعكاس الموجات فى بعدين

عند سقوط موجات على سطح عاكس فإنها تنعكس باتجاه محدد تبعا لقانون الانعكاس.

قانون الإنعكاس : | زاوية السقوط = زاوية الانعكاس |

مصطلحات مهمة:

أ- **زاوية السقوط** : هى الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح العاكس.

ب- **زاوية الإنعكاس** : هى الزاوية المحصورة بين الشعاع المنعكس والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح العاكس.

ج- **العمود المقام**: الخط المتعامد مع الحاجز عند نقطة السقوط.

انكسار الموجات في بعدين

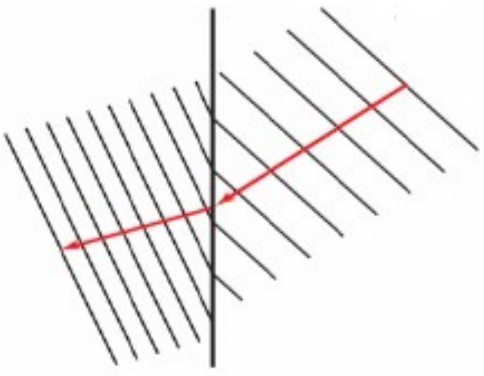
عندما تنتقل الموجات بين وسطين مختلفين فانها تنكسر عند السطح الفاصل.

الانكسار:التغير في اتجاه انتشار الموجات عند الحد الفاصل بين وسطين مختلفين.

س: كيف يستخدم حوض الموجات لدراسة ظاهرة الانكسار؟

- نضع لوح زجاجي في حوض الموجات . فتتكون منطقتان تختلفان في عمق الماء : منطقة الماء العميق ومنطقة الماء الضحل. تمثل كل منها وسط مختلف عن الآخر.
- عند انتقال الموجات من منطقة الماء العميق الى منطقة الماء الضحل فانها تنكسر.كما ويقل سرعتها وطولها الموجي بينما يبقى التردد ثابت .

لماذا ؟ .....



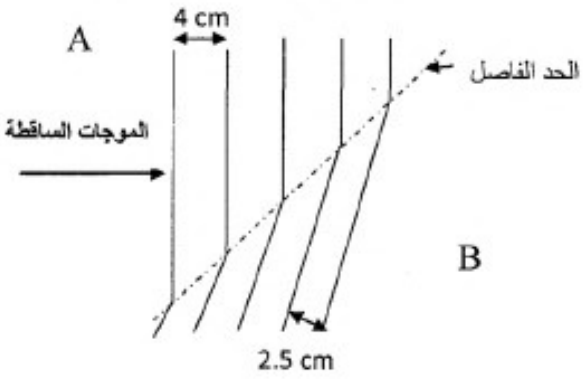
تطبيقات على الانعكاس والانكسار

أ- **صدى الصوت**: هو انعكاس الصوت عن سطح صلب.

ب- **قوس قزح**: هو تحلل الضوء الأبيض الى ألوان الطيف المرئي السبعة بفعل ظاهرة الانكسار.

تدريبات متنوعة على سلوك الموجات

تدريب1: **يمثل الشكل أدناه موجات الماء عند انتقالها في حوض الموجات بين الحد الفاصل للمنطقتين** A,b ، **فاذا علمت أن تردد مصدر الموجات هو** 5 **هرتز، ومستفيدا من البيانات على الشكل . أجب عن الأسئلة التالية**:



أ- **احسب سرعة الموجات في المنطقة** A .

.....

.....

.....

ب- **احسب سرعة الموجات في المنطقة** B .

.....

.....

.....

ت- **أي المنطقتين** B **أو** A **يكون فيها الماء أعمق ؟ علل اجابتك.**

.....

تدريب2: **جلس عمر وطارق على شاطيء بركة ، وقدرا المسافة الأفقية بين قاع الموجة السطحية وقمتها بمقدار** 3m . **فاذا عدا** 12 **قمة مرت بالشاطيء خلال** 20s. **فاحسب سرعة انتشار الموجات.**

.....

.....

.....

تدريب3: **اذا كانت سرعة الموجة في وتر قيثارة** 265m/s، **وكان طول الوتر**63cm، **وقد حركته من مركزه بسحبه لأعلى ثم تركه، سوف تتحرك نبضة في اتجاهين ، ثم تنعكسان عند نهايتي الوتر.**

أ- **ما الزمن الذي تحتاج اليه النبضة حتى تصل طرف الوتر ثم تعود الى مركزه؟**

.....

.....

.....

.....

ب- **هل يكون الوتر أعلى موضع سكونه أم أسفله عندما تعود النبضتان؟**

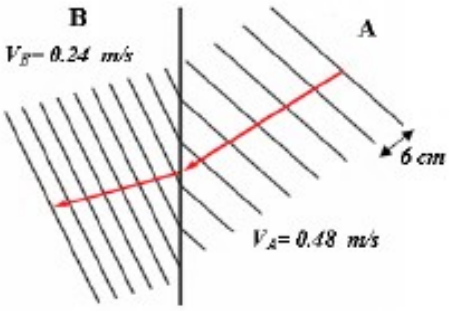
.....

ت- **اذا حركت الوتر من نقطة تبعد** 15cm**عن أحد طرفيه ، فأين تلتقي النبضتان؟**

.....

تدريب4 : **يمثل الشكل المجاور موجات الماء عند انتقالها في حوض الموجات عند الحد الفاصل بين المنطقتين A,B.**

مستفيدا من البيانات على الشكل أجب عما يلي: (7 درجات)



1- **ما اسم الظاهرة الموضحة بالرسم؟**

.....

2- **أي المنطقتين يكون فيها الماء أقل عمقا ؟ علل اجابتك**

المنطقة: .....

التعليل: .....

.....

.....

3- **احسب تردد مصدر الموجات.**

.....

.....

.....

4- **احسب طول موجة الماء في المنطقة B.**

.....

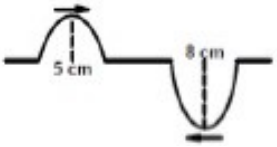
.....

.....

.....

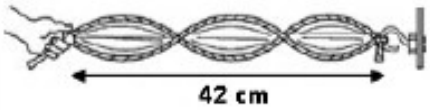
تدريب5 :**اختر الاجابة الصحيحة لكل مما يلي:**

1- **تنتشر نبضتان في نفس الوسط كما هو موضح بالشكل . فان سعة الموجة المحصلة لحظة الالتقاء بوحدة** Cm :



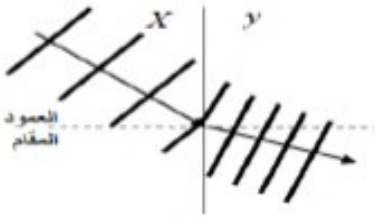
أ- 13 ب- 3 ج- -3 د- -13

2- **يوضح الشكل المجاور موجة موقوفة متكونة في حبل. طولها الموجي بوحدة** cm **يساوي:**



أ- 42 ب- 28 ج- 14 د-24

3 - **تمثل الخطوط في الشكل المقابل قمم موجات مائية ناشئة من مصدر مهتز .**

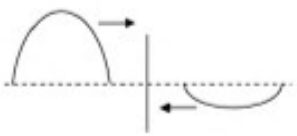


أي العبارات التالية تصف الموجات بعد انتقالها من الوسط X إلي الوسط y :

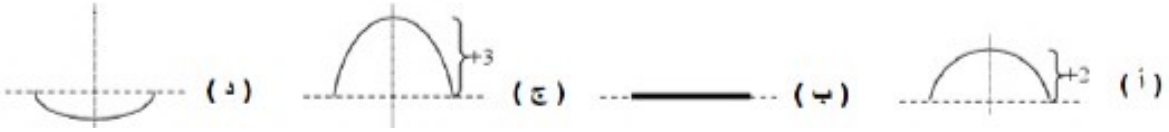
أ- **يزيد كلا من طول وسرعة الموجة** ب- **يقل كلا من طول وسرعة الموجة**

ج- **يقل طول الموجة وتزيد سرعتها** د – **تقل سرعة الموجة ويزيد طولها**

4 - **فى الشكل المقابل موجة سعتها** 3 cm+ **تتجه ناحية اليمين وأخرى سعتها** 1 cm-

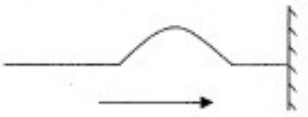


تتجه ناحية اليسار ، عند لحظة التداخل يكون شكل الموجة الناتجة:



(أ) (ب) (ج) (د)

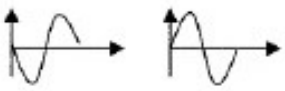
5-أرسلت نبضة بواسطة حبل مثبت من أحد طرفيه بجدار اسمنتي كما في الشكل. ما الذي يحدث للنبضة عند اصطدامها بالجدار:



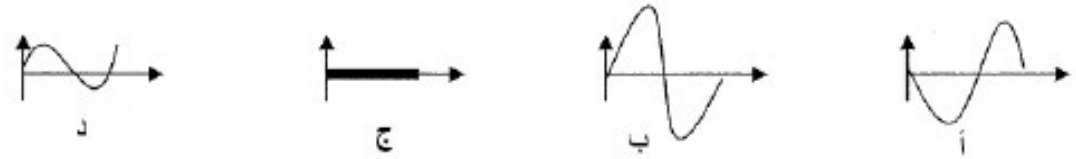
أ- تنعكس النبضة معتدلة ب- تنعكس النبضة مقلوبة

ج-تنفذ النبضة معتدلة د- تتلاشى

6- الموجتان المرسومتان في الشكل المقابل لهما نفس السعة والتردد .

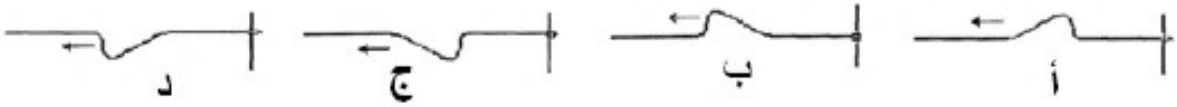


ان محصلة الموجتان عند تراكبهما يمثله الشكل:



7- تتحرك نبضة في حبل يتصل بحلقة حرة الحركة حول قضيب فلزي رأسي كما بالشكل.

أي من الأشكال التالية تمثل النبضة المنعكسة عن الحلقة؟



8- اذا انتقلت موجات بين وسطين مختلفين وكان انتشارها عموديا على السطح الفاصل بين الوسطين فان الموجات:

أ- تنكسر وتنحرف عن مسارها ب- لا تنكسر وتنحرف عن مسارها

ث- تنكسر ولا تنحرف عن مسارها د- لا تنكسر ولا تنحرف عن مسارها

9- اذا كانت المسافة بين عقدتين متتاليتين في الأمواج الموقوفة تساوي 7cm يكون الطول الموجي بوحدة :

أ- 3.5 ب- 7 ج- 14 د- 21

<u>تدريب6</u> : في الشكل الموضح نابضين مختلفي السمك ومتصلي الطرف، بين ماذا يحدث لكل من (طاقة ، اتجاه ، سعة) الموجة عندما تمر خلال الحد الفاصل بين الوسطين بالنسبة للموجة الساقطة؟

وجه المقارنة	الموجـــــة النـــــافذة	الموجـــــة المنعكـــــسة
الطاقة	أقل من طاقة الموجة الساقطة	أقل من طاقة الموجة الساقطة
الاتجاه	نفس اتجاه الموجة الساقطة	عكس اتجاه الموجة الساقطة
السعة	أصغر من سعة الموجة الساقطة	أصغر من سعة الموجة الساقطة

<u>تدريب7</u>: يهتز ملف نابض للعبة بتردد5HZ بحيث تظهر موجات موقوفة ، المسافة بين كل عقدتين متتاليتين فيها 0.6 m . ما سرعة انتشار الموجات؟

.....

.....

.....

.....

تدريب8 : **عمود هوائي مغلق يحدث عنده الرنين الأول عندما كان طوله** 40cm، **فاذا كان طول الموجة الحادثة فيه** 1.68cm، **فاحسب قطر الانبوب في هذه الحالة**.

.....
.....
.....
.....

تدريب9: **أطلقت نبضة في نابض أحد طرفيه مثبت في حائط صلب مصقول ، بين ماذا يحدث للنبضة المنعكسة من حيث**:

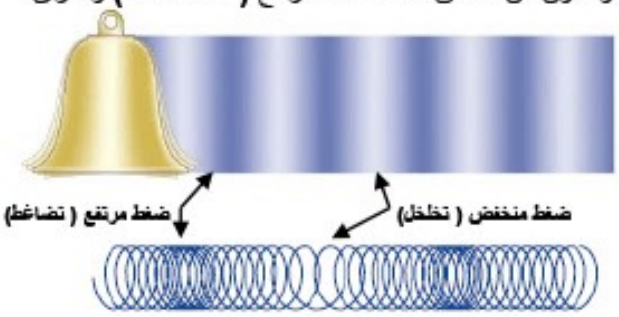
1- **السعة**: مساوية تقريبا لسعة النبضة الساقطة.
2- **الطول الموجي** :مساو لطول الموجة الساقطة.
3- **الاتجاه**: مقلوبة
4- **التردد**: مساو لتردد الموجة الساقطة

الفصل الثاني : الصوت

2-1 : خصائص الصوت

الموجات الصوتية

- **الموجة الصوتية**: **هى انتقال تغيرات الضغط خلال المادة على شكل موجة طولية**. وتتكون من مناطق ذات ضغط مرتفع **(تضاغطات)** وأخرى ذات ضغط منخفض (تخلخلات).
وتشبه التضاغطات والتخلخلات الناتجة في الموجة الصوتية الموجات المتكونة في نابض الى حد كبير.



- **علل: تعتبر موجات الصوت موجات طولية.**

ج: لأن جزيئات الهواء تهتز موازية لإتجاه حركة الموجة

- **تردد الموجة الصوتية**: **هو عدد الإهتزازات (التغيرات فى قيمة الضغط) في الثانية الواحدة.**

- **طول الموجة الصوتية** : **المسافة بين مركزى ضغطين مرتفعين (تضاغطين) متتاليين أو المسافة بين مركزى ضغطين منخفضين (تخلخلين) متتاليين .**

- **تمثيل موجات الصوت بطريقة تغيرات الضغط:**

يمكن تمثيل مناطق الضغط المرتفع والمنخفض في الموجة الصوتية باستخدام الرسوم البيانية كما هو موضح بالرسم.

- **خصائص موجات الصوت**

1- تزداد سرعة الصوت فى الهواء بزيادة درجة الحرارة (تزداد بمقدار 0.6 m/s لكل درجة سليزية واحدة).

ويمكن ايجاد سرعة الصوت عند درجة حرارة معينة T باستخدام المعادلة $v = 331 + 0.6T$

2- سرعة الصوت فى المواد الصلبة أكبر منها فى السوائل والغازات.

3- لا ينتقل الصوت في الفراغ لعدم وجود جزيئات تتصادم وتنقل المادة.

4- تنطبق عليها الخصائص العامة للموجات كالانعكاس والانكسار والتداخل.

5- تنطبق عليها المعادلة العامة للموجات. $v = \lambda \times f$

علل: كان الناس في بداية القرن التاسع عشر يضعون آذانهم على مسار سكة الحديد ليترقبو وصول القطار.

ج: لأن سرعة الصوت في المواد الصلبة أكبر منها في المواد الغازية ، لذا فان انتقالها في القضبان الفولاذية يكون أكبر من انتقالها في الهواء ، كما تساعد القضبان على عدم انتشار طاقة الموجات الصوتية على مساحة أكبر وضياعها.

- **صدى الصوت** : هو تكرار سماع الصوت الأصلي نتيجة إنعكاسه.

ويمكن استعمال الزمن الذي يحتاج إليه الصدى حتى يعود إلى مصدر الصوت في إيجاد المسافة بين مصدر الصوت والجسم الذي انعكس عنه.

- **تطبيقات على صدى الصوت**

أ- **الخفافيش**: تحديد موقع الفريسة.

ب- **كاميرات المراقبة**: تحديد مواقع الأجسام المتحركة.

ج- **السونار**: تستخدم السفن السونار في تحديد أعماق البحار والمحيطات.

تدريبات متنوعة على الموجات الصوتية

ملاحظة مهمة: **حيثما لزم استخدم سرعة الصوت في الهواء عند** 20°C - 343m/s

تدريب1: **تنتقل موجة صوتية ترددها** 2280HZ **وطولها الموجي** 0.655m **في وسط غير معروف فما نوع هذا الوسط ؟** (**لاحظ جدول ص**39)

.....

.....

.....

تدريب2: **اذا انتقلت موجة صوت ترددها** 4700HZ **في قضيب فولاذي ، وكانت المسافة بين التضاغطات المتتالية هي** 1.1m **، فما سرعة الموجة؟**

.....

.....

.....

تدريب3: **إذا وقفت عند طرف وادي وصرخت وسمعت الصدي بعد مرور** 0.80s . **فما عرض هذا الوادي إذا كانت سرعة الصوت في الهواء عند درجة حرارة** 20c **هي** 343m/s ؟

.....

.....

.....

تدريب4: **وقف شخص على بعد** d **من جرف صخري ، فاذا كانت درجة الحرارة** 15°C**، وصفق الشخص بيديه فسمع صدى الصوت بعد** 2s**، فما بعد الجرف الصخري؟**

.....

.....

.....

تدريب5: **يجلس مشجع في مباراة كرة القدم علي بعد** 152m **من حارس المرمي في يوم دافئ درجة حرارتة** 30C . **فاحسب**:

(a) **سرعة الصوت في الهواء عند درجة حرارة** 30C ؟

.....

.....

(b) **الزمن الذي يحتاج إلية المشجع ليسمع صوت ضرب الكرة بعد مشاهدته لضرب الحارس لها ؟**

.....

.....

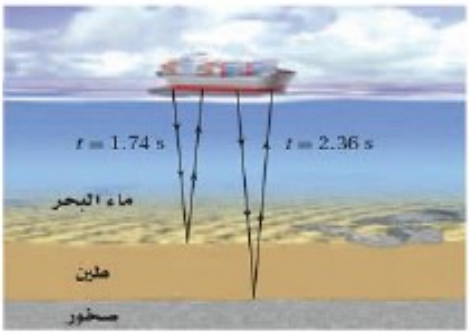
تدريب6: موجة صوتية ترددها 1000HZ تخترق الهواء ولا تلبث أن تصدم سطح بحيرة وتتخلل الماء ما هو طول الموجة وترددها في الماء بفرض إن سرعة الصوت في الماء هي 1500m/s ؟

.....

.....

.....

تدريب7 : تمسح سفينة قاع المحيط بارسال موجات سونار مباشرة من السطح الى أسفل في ماء البحر. وتستقبل السفينة الانعكاس الأول عن الطين عند قاع البحر بعد زمن قدره 1.74s من ارسال الموجات. ويصل الانعكاس الثاني عن الصخور تحت الطين بعد 2.36s. فاذا كانت سرعة الصوت في ماء البحر 1533m/s، وسرعة الصوت في الطين 1875m/s. فأوجد ما يلي:



أ- عمق الماء

ب- سمك طبقة الطين

.....

.....

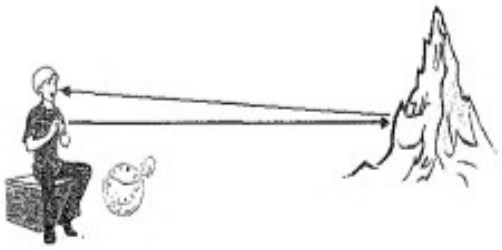
.....

.....

.....

.....

تدريب8: يجلس رجل أمام جبل ويصدر صوتا عاليا ، سمع صداه بعد 3.2 s. فاحسب:



أ- بعد الجبل عن الرجل.

.....

.....

.....

ب- تردد موجة الصوت اذا كان طولها الموجي 80cm ؟

.....

.....

ت- الزمن الدوري للموجة.

.....

ث- اذا دخلت موجات الصوت في ماء البحيرة القريبة من الجبل . فكم يكون التردد والزمن الدوري داخل الماء؟

.....

.....

تدريب9 :اختر الاجابة الصحيحة :

1- سرعة الصوت عند درجة حرارة 30° C تساوي:

أ- 349 m/s ب- 343 m/s ج- 313 m/s د- 373 m/s

2- مصدر تردده 800HZ يصدر موجات بطول موجي 10cm، ان الزمن بوحدة s الذي تحتاجه هذه الموجات لتقطع مسافة 1Km يساوي:

أ- 1.25×10^{-5} ب- 12.5×10^{-5} ج- 125×10^{-4} د- 125×10^{-5}

3- أصدرت شوكتان رنانتان صوتين تردد احداهما 320HZ وتردد الآخر 512HZ، ما الفرق بين طوليهما الموجي بوحدة m :

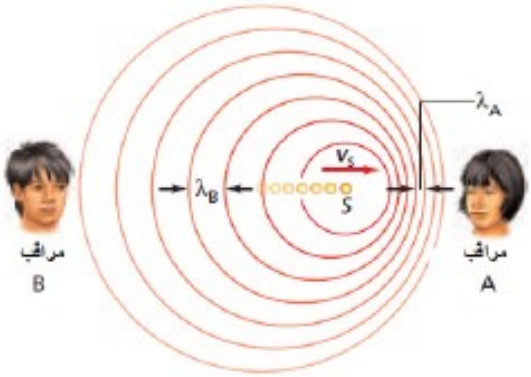
أ- 1.07 ب- 1.60 ج- 0.40 د- 0.67

تأثير دوبلر فى الصوت

- **تأثير دوبلر**: هو التغير في تردد الصوت الناتج عن حركة مصدر الصوت أو المراقب أو كلاهما.

- **تفسير تأثير دوبلر**

علل: تزداد حدة (درجة) صوت سيارة الاسعاف عندما تتحرك مقتربة منك وتقل عندما تتحرك مبتعدة عنك.



- عندما يتحرك المصدر فى اتجاه مراقب ساكن تتقارب الموجات فى المنطقة بين المصدر والمراقب فيقل الطولى الموجى ويزداد التردد أي تزداد عدد الموجات التي تصل لأذن المراقب في كل ثانية.
- عندما يتحرك المصدربعيدا عن مراقب ساكن تتباعد الموجات فى المنطقة بين المصدر والمراقب فيزداد الطولى الموجى ويقل التردد .

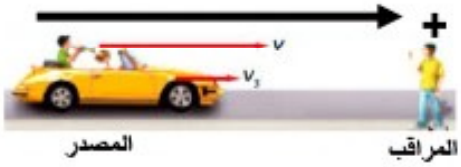
- **حساب التردد في تأثير دوبلر**

$$f_d = f_s \left(\frac{v - v_d}{v - v_s}\right)$$

حيث أن:

f_d: التردد الذي يستقبله المراقب (Hz).
f_s: تردد موجات المصدر (Hz).
v: السرعة المتجهة لموجات الصوت (m/s) .
v_d: السرعة المتجهة للمراقب (m/s).
v_s: السرعة المتجهة لمصدر الصوت (m/s) .

ملاحظة : عند حل المسائل باستخدام المعادلة السابقة يجب أن يكون الاتجاه الموجب من المصدر الى المراقب ، لذا فان **السرعة المتجهة لموجات الصوت موجبة دائما.**



- **تطبيقات على تأثير دوبلر في الصوت**

1- **كواشف الرادار**: تستخدم كواشف الرادار تأثير دوبلر فى قياس سرعة المركبات وكرات البيسبول.
2- **الفلك** : يستخدم تأثير دوبلر في قياس سرعات المجرات البعيدة ومن ثم تحديد بعدها عن الأرض من خلال دراسة الضوء المنبعث عنها.
3- **الطب** : لقياس سرعة حركة جدار قلب الجنين باستخدام جهاز الموجات فوق الصوتية
4- **الخفافيش**: تستخدم الخفافيش تأثير دوبلر فى الكشف عن الحشرات الطائرة وافتراسها.
أ - عندما تطير الحشرة مبتعدة عن الخفاش بسرعة أكبر من سرعته يكون تردد الموجة المنعكسة قليل.
ب - عندما يلحق الخفاش بالحشرة ويقترب منها يكون تردد الموجة المنعكسة أكبر.

- **علل لما يلي:**

1- **يستطيع الخفاش التمييز بين الحشرات المقتربة والمبتعده عنه على الرغم من عدم قدرته على الرؤية.**
وذلك باستخدام تأثير دوبلر في الصوت، وتحليل تردد الموجات المنعكسة ، فاذا كان تردد الموجات المنعكسة قليل فان الفريسة تتحرك مبتعدة أما اذا كان تردد الموجات المنعكسة أكبر فان الفريسة تتحرك مقتربة من الخفاش.

2- **تقل حدة (درجة) صوت سيارة الاسعاف عندما تتحرك مبتعدة عنك.**
لأنه عندما تتحرك سيارة الاسعاف مبتعدة تتباعد الموجات في المنطقة بين سيارة الاسعاف والمراقب فيزداد الطولى الموجى ويقل التردد .

تدريبات متنوعة على تأثير دوبلر فى الصوت

ملاحظة مهمة: حيثما لزم استخدم سرعة الصوت في الهواء عند 343m/s – 20°C

تدريب1: يتحرك قطار في اتجاه مراقب صوت، وعندما كانت سرعته 31m/s **انطلقت صفارته بتردد** 305HZ. **ما التردد الذي يستقبله المراقب في كل حالة مما يلي:**

أ- **المراقب ثابت.**

ب- **المراقب يتحرك في اتجاه القطار بسرعة** 21m/s.

.....

.....

.....

.....

تدريب2: اذا تحرك القطار في المسألة السابقة مبتعدا عن المراقب. فما التردد الذي يستقبله الكاشف في كل حالة مما يلي:

أ- **المراقب ثابت.**

ب- **المراقب يتحرك مبتعدا عن القطار بسرعة** 21m/s.

.....

.....

.....

.....

تدريب3: تتحرك شاحنة اطفاء بسرعة 35m/s، **وتتحرك سيارة أمام الشاحنة في الاتجاه نفسه بسرعة** 15m/s. **فاذا انطلقت صفارة انذار الشاحنة بتردد** 327Hz، **فما التردد الذي يسمعه سائق السيارة؟**

.....

.....

.....

تدريب4: يركب شخص سيارة تسير في اتجاهك بسرعة 24.6m/s **وينفخ في بوق منتجا صوتا تردده** 524HZ **ما التردد الذي ستسمعه بفرض أن درجة الحرارة تساوي** 20C ؟

.....

.....

.....

تدريب5: افترض انك في سيارة تتحرك بسرعة 25 m/s **في اتجاه صفارة إنذار إذا كان تردد صوت الصفارة** 365HZ **فما التردد الذي ستسمعه ؟ علما بان سرعة الصوت في الهواء** 343 m/s ؟

.....

.....

.....

تدريب6: يصدر مصدر صوت موجات بتردد 262HZ **ما السرعة التي يجب ان يتحرك بها المصدر ليرتفع تردد الصوت إلي** 271HZ **علما بان سرعة الصوت في الهواء** 343 m/s ؟

.....

.....

.....

تدريب7: **يحلق صقر مبتعدا عن مراقب طيور صوب تله بعيدة بسرعة قدرها** 15 m/s **يطلق الصقر صرخة حادة ترددها** 800HZ

(a) **ما هو تردد الصوت الذي يصل من الصقر ويطرق مسامع مراقب الطيور ؟**

.....

.....

(b) **ما هو تردد الصوت الذي يسمعه مراقب الطيور والناشئ عن ألصدي المنعكس عن الثلة ؟**

.....

.....

تدريب8: **تتحرك سيارتان أحداهما نحو الاخري مباشرة سرعة الأولي** 88 m/s **وسرعة الثانية** 66 m/s **يطلق سائق السيارة الأولي بوق سيارته بتردد قدرة** 400HZ .

(a) **ما هو التردد الذي يسمعه سائق السيارة الثانية ؟**

.....

.....

(b) **كم يصبح التردد الذي يسمعه السائق المذكور بعد إن تجتاز السيارتان بعضهما ؟ علما بان سرعة الصوت في الهواء** 343 m/s ؟

.....

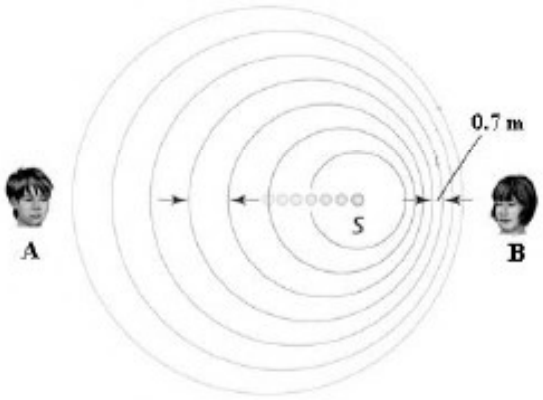
.....

.....

تدريب9: **فى الشكل الموضح يتحرك مصدر صوت S بين المراقبين A،B بسرعة** $18m/s$ **و سرعة الصوت فى الهواء** $343m/s$ **والمسافة بين خطين متتاليين لصدر الموجة كما يبدو للمراقب B هو** $0.7m$ **،وكلا من المراقبين ساكن. أجب عما يلي:**

1- **ما اتجاه حركة مصدر الصوت؟ (باتجاه A أو B)**

.....



2- **ما طول موجة الصوت كما تبدو للمراقب B ؟**

.....

3- **احسب مايلي:**

أ- **تردد موجة الصوت كما يبدو للمراقب B.**

.....

.....

.....

.....

ب- **تردد مصدر الصوت.**

.....

.....

.....

4- **أي من المراقبين يستقبل موجات ذات تردد أعلى ؟ ما اسم الظاهرة التي أدت لحدوث ذلك ؟**

المراقب: ..... **اسم الظاهرة:** .....

تدريب10: **سيارة اطفاء حريق تتحرك بسرعة**26m/s، **وتصدر صفارتها صوتا تردده** 470HZ، **احسب التردد الذي سيسمعه سائق سيارة خاصة (مراقب) في الحالتين الآتيتين باعتبار درجة حرارة الجو** 20°C:

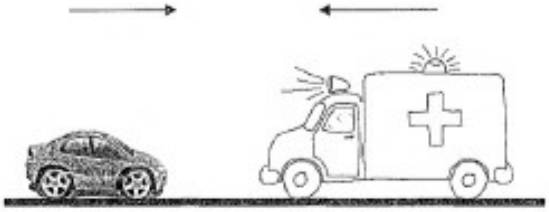
1- **عندما تتحرك السيارة الخاصة بسرعة** 18m/s **مقتربة من سيارة الاطفاء.**

.....
.....
.....
.....

2- **عندما تكون السيارة الخاصة متوقفة.**

.....
.....
.....
.....

تدريب11: **افترض انك في سيارة تتحرك بسرعة**26m/s ، **وتتحرك سيارة اسعاف في اتجاهك بالسرعة نفسها كما بالشكل. فاذا انطلق المنبه فيها بتردد** 450HZ، **فما التردد الذي ستسمعه؟**



.....
.....
.....
.....
.....

تدريب 12: **(اختر) الحالة الوحيدة التي تنطبق على صورة الأمواج المبينة بالشكل المجاور :**

أ- **يتحرك المراقب نحو اليمين ومصدر الصوت نحو اليسار .**

ب- **كلا من المراقب ومصدر الصوت يتحركان نحو اليمين بنفس السرعة .**

ت- **المراقب ساكن ومصدر الصوت يتحرك نحو اليسار .**

ث- **المراقب ساكن ومصدر الصوت يتحرك نحو اليمين.**

2-2 :الرنين فى الأعمدة الهوائية

أنواع الأعمدة الهوائية

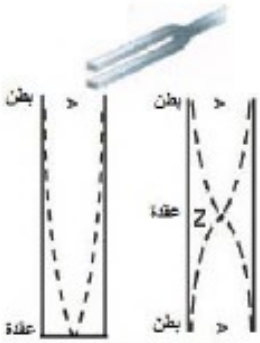
1- **الأعمدة الهوائية المغلقة:** ويتم التحكم في أطوالها من خلال التحكم في ارتفاع الأنبوب فوق سطح الماء.

2- **الأعمدة الهوائية المفتوحة**: ويتم التحكم في أطوالها من خلال التحكم في أطوال الأنبوبين المتداخلين.

التمثيل البيانى للموجات الموقوفة فى الأعمدة الهوائية

عند تقريب مصدر صوت (كالشوكة الرنانة) من عمود هوائي تتولد **موجات موقوفة** (تتكون من عقد وبطون) نتيجة لتداخل الموجات الصادرة والمنعكسة. ولتمثيل الموجات الموقوفة في الأعمدة الهوائية توجد طريقتان أما **بطريقة تغير ضغط الهواء** أو **إزاحة جزيئات الهواء**.

التمثيل بضغط الهواء



التمثيل بإزاحة الهواء

1- طريقة تغير الضغط.
- تتكون عقدة دائما عند الطرف المفتوح (منطقة الضغط المتوسط).
- يتكون بطن عند الطرف المغلق (منطقة الضغط المرتفع أو المنخفض).

2- طريقة الازاحة
- تتكون عقدة دائما عند الطرف المغلق (منطقة الازاحة القليلة).
- يتكون بطن عند الطرف المفتوح (منطقة الازاحة الكبيرة).

الرنين في الأعمدة الهوائية

تجربة استهلالية

1- نقرب شوكة رنانة مهتزة من الطرف المفتوح لعمود هوائي مغلق .
2- نقوم بتغيير طول العمود الهوائي تدريجيا عن طريق تحريك الأنبوب لأعلى. ماذا تلاحظ؟

الملاحظات

- نحصل على تقوية في الصوت عند أطوال محددة ، ويكون عندها العمود الهوائي في وضع رنين مع الشوكة الرنانة.
- يحدث الرنين الأول عند أقصر طول عمود هوائي ، والرنين الثاني عند الطول الذي يليه ، وهكذا...
- بتكرار التجربة باستخدام عمود هوائي مفتوح يحدث الرنين أيضا ولكن عند أطوال مختلفة للأعمدة الهوائية.

ويوضح الجدول المرفق الرنين في الأعمدة الهوائية بشيء من التفصيل.

ملاحظات اضافية

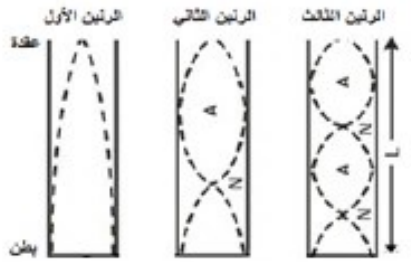
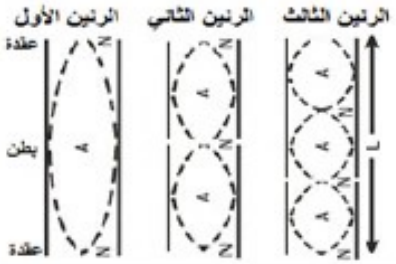
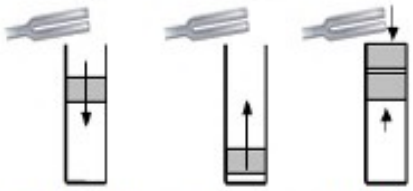
1- عند الطرف المفتوح من الانبوب لا تنخفض تغيرات الضغط تماما الى الصفر ، لذا لا تكون العقدة عند الفتحة تماما بل تكون فعليا أبعد بمقدار 0.4 من قطر الانبوب d، وبالتالي تكون الأطوال الموجية المتكونة أكبر قليلا من تلك المذكورة في الجدول المرفق.

ولذلك تكون القيمة الدقيقة للطول الموجي في حالة الرنين الأول للأعمدة المغلقة : $\lambda_1 = 4(L + 0.4d)$

2- في الأعمدة الهوائية بنوعيها تفصل بين أطوال أعمدة الرنين المتتالية مسافات بمقدار نصف طول موجي . وتستخدم المسافة بين رنينين متتاليين في ايجاد سرعة الصوت في الهواء عبر العلاقة التالية:

$$\Delta L = L_2 - L_1 = \frac{1}{2}\lambda$$

حيث أن: L_2, L_1 : أطوال الأعمدة عند رنينين متتاليين.

وجه المقارنة	الأعمدة الهوائية المغلقة	الأعمدة الهوائية المفتوحة
الرسم		
أطوال الأعمدة في الرنين	$L_1 = \frac{\lambda}{4}$ $L_2 = \frac{3\lambda}{4}$ $L_3 = \frac{5\lambda}{4}$	$L_1 = \frac{\lambda}{2}$ $L_2 = \frac{2\lambda}{2} = \lambda$ $L_3 = \frac{3\lambda}{2}$
الأطوال الموجية في الرنين	$\lambda_1 = 4L$ $\lambda_2 = \frac{4}{3}L$ $\lambda_3 = \frac{4}{5}L$	$\lambda_1 = 2L$ $\lambda_2 = L$ $\lambda_3 = \frac{2L}{3}$
الترددات في الرنين	$f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{4L}$ $f_2 = \frac{3v}{4L}$ $f_3 = \frac{5v}{4L}$	$f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{2L}$ $f_2 = \frac{v}{L}$ $f_3 = \frac{3v}{2L}$
النسبة بين الترددات في الرنين	$f_1 : f_2 : f_3 : f_4 : f_5 = 1 : 3 : 5 : 7 : 9$	$f_1 : f_2 : f_3 : f_4 : f_5 = 1 : 2 : 3 : 4 : 5$
النسبة بين الأطوال في الرنين	$L_1 : L_2 : L_3 : L_4 : L_5 = 1 : 3 : 5 : 7 : 9$	$L_1 : L_2 : L_3 : L_4 : L_5 = 1 : 2 : 3 : 4 : 5$
تفسير حدوث الرنين في الأعمدة الهوائية	 1- عند اهتزاز الشوكة الرنانة تتولد موجات صوتية مرتفعة ومنخفضة الضغط. 2- تتحرك الموجات إلى أسفل العمود ، فتنعكس موجات الضغط المرتفع عند الطرف المغلق في صورة ضغط مرتفع. 3- عندما تصل موجات الضغط المرتفع المنعكسة إلى الشوكة الرنانة في نفس الوقت الذي تنتج فيه الشوكة الرنانة موجات ضغط مرتفع يحدث تقوية في الصوت وهو ما يعرف بـ" الرنين".	1- عند اهتزاز الشوكة الرنانة تتولد موجات صوتية مرتفعة ومنخفضة الضغط. 2- تتحرك الموجات إلى أسفل العمود ، فتنعكس موجات الضغط المرتفع عند الطرف المفتوح في صورة ضغط منخفض. 3- عندما تصل موجات الضغط المنخفض المنعكسة إلى الشوكة الرنانة في نفس الوقت الذي تنتج فيه الشوكة الرنانة موجات ضغط منخفض يحدث تقوية في الصوت وهو ما يعرف بـ" الرنين".

- **السمع و التردد**

1- تعمل القناة السمعية في الأذن البشرية كأنها أنبوب مغلق في حالة رنين ، لذا تزيد حساسية الأذن للترددات بين (2000 - 5000HZ)
2- مدى ترددات الصوت التي تسمعها الأذن البشرية تتراوح بين (20-20000HZ) ، أما عند الكلاب فهي أكبر بضعفين ، وتكون أكبر عند القطط بخمس أضعاف.

تدريبات متنوعة على الرنين في الأعمدة الهوائية

تدريب1: تهتز شوكة رنانة بتردد 440 HZ فوق عمود مغلق . حدد البعد (بين رنينين متتاليين) الذي يحدث عنده الرنين . علما بأن سرعة الصوت في الهواء 343 m/s.

.....
.....
.....
.....

تدريب2: استعملت شوكة رنانة تهتز بتردد 440 مع عمود رنين لتحديد سرعة الصوت في الهيليوم . فاذا كان البعد بين رنينين متتاليين الذي يحدث عنده الرنين 110 cm، فما سرعة الصوت في غاز الهيليوم؟

.....
.....
.....
.....

تدريب3: استعمل طالب عمود هواء ، ووجد أن البعد بين رنينين متتاليين الذي يحدث عنده الرنين يساوي 20.2 cm . ما تردد الشوكة الرنانة ؟ علما بأن سرعة الصوت في الهواء تساوي 347 m/s .

.....
.....
.....
.....

تدريب4: عمود هوائي مفتوح طوله 2.65m . فاذا علمت أن سرعة الصوت في الهواء 343 m/s. فاحسب:

أ- أقل تردد يحدث عنده الرنين. ب- احسب تردد الرنين التالي.

.....
.....
.....
.....
.....

تدريب5: وضعت شوكة رنانة تهتز بتردد 288 HZ بالقرب من عمود هوائي مغلق . فاذا كانت سرعة الصوت في الهواء 340 m/s. فاحسب: أ- طول أقصر عمود هوائي مغلق يحدث عنده الرنين. ب- طول العمود الهوائي في الرنين الثالث.

.....
.....
.....
.....
.....

تدريب6: استعملت شوكة رنانة تهتز بتردد 440HZ مع عمود رنين مفتوح الطرفين لتحديد سرعة الصوت في غاز الهيليوم ، فاذا كان البعد الذي يحدث عنده الرنين الأول 110cm، فما سرعة الصوت في غاز الهيليوم؟

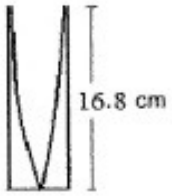
.....
.....
.....
.....

تدريب7: اختر الاجابة الصحيحة:

1- آلة موسيقية تعمل كأنبوب هوائى مفتوح. فإذا كان تردد الرنين الأول $370Hz$ ، يكون تردد الرنين الثالث:

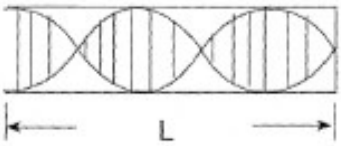
أ- $740Hz$ ب- $1110Hz$ ج- $1850Hz$ د- $123.3HZ$

2- يبين الشكل المجاور طول عمود الهواء لأنبوب مغلق الطرف في حالة الرنين الأول ، فاذا كان تردد الصوت 488H، فان سرعة الصوت في الأنبوب بوحدة m/s تساوي:



أ- 340 ب- 328 ج- 341 د- 488

3- تولد شوكة رنانة ترددها f موجات موقوفة في انبوب هوائي مغلق كما هو موضح بالشكل أدناه ، ما تردد الشوكة الرنانة ، علما بأن سرعة الموجة v .



أ- $\frac{2}{L}v$ ب- $\frac{5}{4L}v$ ج- $\frac{3}{4L}v$ د- $\frac{3}{2L}v$

تدريب8: يمكن الاستفادة من ظاهرة الرنين في الأعمدة الهوائية في تحديد عمق بئر ، فاذا وجد أن الرنين الأول في بئر ماء يحدث عند تردد مقداره 5HZ، وكانت سرعة الصوت في الهواء 340m/s، فاحسب عمق هذا البئر.

.....
.....
.....
.....

تدريب9: أنبوب هوائي طوله 2.45cm، فاذا علمت أن سرعة الصوت في الهواء تساوي 345m/s، فاحسب :

1- تردد الرنين الأساسي عندما يكون الأنبوب مفتوحا من الطرفين.

.....
.....
.....
.....

2- تردد الرنين الثاني اذا كان الأنبوب مغلق من أحد طرفيه.

.....
.....
.....
.....

تدريب10: **أنبوب في وضع رأسي مملوء بالماء وله صنبور عند قاعدته ، وتهتز شوكة رنانة فوق طرفه العلوي . فاذا سمع رنين عند تخفيض مستوى الماء في الأنبوب بمقدار** 17cm، **وسمع رنين مرة أخرى عند تخفيض مستوى الماء عن فوهة الأنبوب بمقدار** 49cm، **فما تردد الشوكة الرنانة؟**

.....

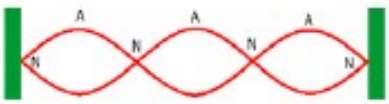
.....

.....

.....

.....

الرنين فى الأوتار

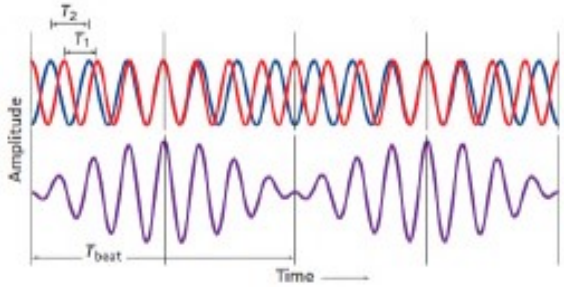
وجه المقارنة	الرنين الأول	الرنين الثاني	الرنين الثالث
الرسم			
طول الوتر	$L_1=\frac{\lambda}{2}$	$L_2=\frac{2\lambda}{2}=\lambda$	$L_3=\frac{3\lambda}{2}$
الأطوال الموجية	$\lambda_1=2L$	$\lambda_2=L$	$\lambda_3=\frac{2L}{3}$
الترددات	$f_1=\frac{v}{\lambda_1}=\frac{v}{2L}$	$f_2=\frac{v}{L}$	$f_3=\frac{3v}{2L}$
النسبة بين الترددات	$f_1 : f_2 : f_3 : f_4 : f_5 = 1 : 2 : 3 : 4 : 5$		
النسبة بين الأطوال	$L_1 : L_2 : L_3 : L_4 : L_5 = 1 : 2 : 3 : 4 : 5$		

- **تعتمد سرعة الموجة في الوتر على**:

1- قوة الشد في الوتر (تزداد السرعة بزيادة قوة الشد في الوتر).
2- كتلة وحدة الأطوال (تقل سرعة الموجة بزيادة كتلة وحدة الأطوال من الوتر أي كتلة المتر الواحد).

الضربـــات

- **تعريف الضربة**: هي التذبذب الحاصل في سعة الموجة والناتج عن تداخل موجتي صوت لهما ترددان متماثلان تقريبا.
وينتج عن الضربات مستويات صوت مرتفعة ومنخفضة.



- **قانون حساب تردد الضربة**: $f_{\text{الضربة}} = | f_A - f_B |$

أي أن تردد الضربة يساوي الفرق بين ترددي الموجتين.

ملاحظة:عندما يكون تردد الضربة أقل من **7 HZ** فان الاذن تلتقط الصوت على أنه نبضة صخب.

تدريبات متنوعة على الرنين في الأوتار والضربات

تدريب1: شوكة رنانة ترددها 445Hz، وعندما ضربت شوكة ثانية نتجت ضربة نغمات بتردد 3Hz. ما الترددان الممكنان للشوكة الثانية؟

.....
.....
.....

تدريب2: تسمع سماح 20 ضربة في 5 s عندما تعزف نغمتين على البيانو. فاذا كان تردد احدى النغمتين 262Hz ، فما الترددان المحتملان للنغمة الثانية؟

.....
.....
.....

تدريب3: ضربت شوكتان ترددهما 512Hz, 514Hz على الترتيب. احسب:

أ- تردد الضربة الناتجة. ب- الزمن الدوري للضربة.

.....
.....
.....
.....

تدريب4: يبلغ طول أنبوب أورغن مغلق 2.4 m . فاذا علمت أن سرعة الصوت في الهواء 343 m/s. أجب عما يلي:

أ- ما تردد النغمة المعزوفة بهذا الأنبوب (الأساسية)؟

.....
.....
.....

ب- اذا عزف على أنبوب ثان في الوقت نفسه ، وسمعت ضربة نغمة ترددها 1.4 Hz. فما مقدار الزيادة في طول الأنبوب الثاني؟

.....
.....
.....

تدريب5: ضبط وتر قيثارة طوله 65 cm ليصدر أقل تردد ومقداره 196Hz . احسب:

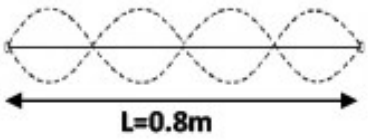
أ- سرعة الموجة في الوتر.

.....
.....
.....

ب- ترددا الرنينان التاليان لهذا الوتر.

.....
.....
.....

تدريب6: تنتشر موجة بسرعة 100m/s في وتر مهتز طوله 0.8 m . فأجب عما يلي:



أ- **ما رتبة الرنين في الوتر؟**

.....

ب- **احسب طول الموجة المنتشرة في الوتر؟**

.....

ت- **احسب تردد الوتر.**

.....

ث- **احسب تردد الرنين الأول في الوتر.**

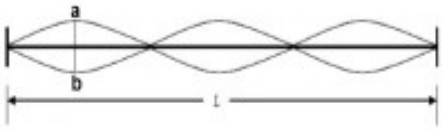
.....

.....

.....

تدريب7: في الشكل الموضح أدناه تنتشر موجة بسرعة $112.64m/s$ **في وتر مهتز طوله** $0.66m$ **وطول الخط ab يساوى** $0.1m$.

أجب عما يلي:



1- **ما العوامل التي تعتمد عليها سرعة الموجة في الوتر المهتز**

أ-.....

ب-.....

2- **أوجد ما يلي:**

أ- **طول الموجة المنتشرة فى الوتر.**

.....

.....

ب- **سعة الموجة.**

.....

ج- **تردد الوتر.**

.....

.....

.....

هـ- **تردد الرنين الأول لهذا الوتر.**

.....

.....

تدريب8: اختر الاجابة الصحيحة:

1- **ضربت شوكة رنانة ترددها** $262Hz$ **، بالقرب من وتر مهتز لآلة موسيقية فتكونت ضربة ترددها** $4Hz$ **، ما الترددان الممكنان للوتر المهتز؟**

أ- **266 HZ أو 262 HZ**

ب- **262 HZ أو 258 HZ**

ج- **260 HZ أو 264 HZ**

د- **266 HZ أو 258 HZ**

2- يوضح الشكل المجاور وترا مشدودا يهتز بحيث تتكون فيه موجة موقوفة. اذا كان طول الموجة الموقوفة المتكونة في الوتر 0.3m فان طول الوتر يساوي:

أ- 0.3m ب- 0.45m ج- 0.6m د- 0.9m

تدريب9: قارن بين الأعمدة الهوائية المغلقة والرنين في الأوتار حسب أوجه المقارنة الموضحة في الجدول أدناه:

الأداة/وجه المقارنة	العلاقة بين الطول الموجي وطول الأداة (L)	النسبة بين تردد أول ثلاث نغمات
العمود الهوائي المغلق	$\lambda_1 = 4L$	$f_1 : f_2 : f_3 = 1:3:5$
الأوتار	$\lambda_1 = 2L$	$f_1 : f_2 : f_3 = 1:2:3$

الفصل الثالث : أساسيات الضوء

3-1 :الاستضـــاءة

الضوء يسير فى خطوط مستقيمة

مشاهدات يومية :

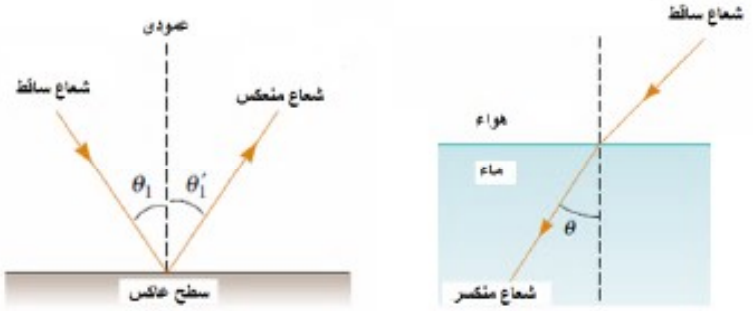
- عندما تدخل حزمة ضيقة من الضوء عبر فتحة ترى مسار الضوء على شكل خط مستقيم.
- عندما يعترض جسمك ضوء الشمس ترى هيئة جسمك فى صورة ظل .
- عندما تضع جسما أمام عينيك وتتحرك فى اتجاهه فإنك تتحرك فى خط مستقيم

ماهية الضوء- نموذج الشعاع الضوئى

1- النموذج الجسيمي للضوء: الضوء سيل من جسيمات متناهية فى الصغر (كريات ضوئية) تتحرك بسرعة كبيرة جدا فى خطوط مستقيمة كما كان يعتقد اسحق نيوتن. واستطاع نموذج نيوتن تفسير بعض خصائص الضوء كالانعكاس والانكسار لكنه لم يستطع تفسير الحيود والتداخل والإستقطاب.

2-النموذج الموجي للضوء: يسلك الضوء سلوك الموجات. واستطاع هذا النموذج تفسير بعض الظواهر كالحيود والتداخل والاستقطاب.

3-نموذج الشعاع الضوئي: نموذج يصف كيفية تفاعل الضوء مع المادة بغض النظر عما اذا كان جسيما أو موجة.
ويمثل الضوء في هذا النموذج بواسطة شعاع ضوئي يتغير اتجاهه اذا اعترض حاجز مساره.



مصادر الضوء

1-**المصادر المضيئة** : أجسام تبعث الضوء من ذاتها فتبدو مرئية كالشمس أو المصباح.

2- **المصادر المستضيئة** : أجسام تبدو مرئية نتيجة انعكاس الضوء عنها مثل القمر .

أنواع الأوساط الضوئية

1- **الوسط الشفاف** : هو وسط يمر معظم الضوء من خلاله مثل الهواء – الزجاج .

2- **الوسط شبه الشفاف:** هو وسط يمر بعض الضوء من خلاله ولا ترى الأجسام من خلاله بوضوح . (جزء من الضوء يمتص وآخر يتشتت).

3- **الوسط المعتم (الغير شفاف)**: هو وسط لايمر الضوء من خلاله ويعكس بعض الضوء.

ملاحظة : الأجسام الشفافة و شبه الشفافة لا تمرر الضوء فقط بل تعكس جزءا منه وهو ما يفسر رؤية الصور في المياه وعلى أسطح الزجاج.

قياس كمية الضوء

- **التدفق الضوئي** (p) : **هو معدل انبعاث طاقة الضوء من المصدر الضوئي ويقاس بوحدة لومن** (lm) .
والتدفق الضوئي **ثابت لا يتغير** باختلاف البعد عن المصدر لأن العدد الكلي للأشعة الضوئية للمصدر لا يتغير.

- **الإستضاءة** (E) : **هي معدل اصطدام الضوء بوحدة المساحات للسطح وتقاس بوحدة اللوكس** (lx) **وتكافىء** (lm/m^2) .

$$E = \frac{p}{4\pi\, r^2}$$

أي أن شدة استضاءة سطح (E) تتناسب عكسيا مع مربع المسافة بين مصدر الضوء والسطح (r^2) وتتناسب طرديا مع التدفق الضوئي لمصدر الضوء (p) . وهو ما يعرف **بـ" قانون التربيع العكسي"**.

فمثلا عندما تزيد المسافة بمقدار الضعف تقل الاستضاءة بمقدار أربع مرات . أي ان

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{r_1^2}{r_2^2}$$

- **شدة الإضاءة**(I):**هي التدفق الضوئي الذي يسقط على مساحة** $1m^2$ **من مساحة السطح الداخلي لكرة نصف قطرها** $1m$ **وتقاس بوحدة القنديلة أوالشمعة** (cd) .
وشدة اضاءة المصدر ثابتة لاتتغير.

$$I = \frac{p}{4\pi}$$

ملاحظة : للتحويل من وحدة القنديلة (cd) الى وحدة اللومن (lm) نضرب في 4π .

فكر ؟ ما المصدر الضوئي الأكثر فاعلية؟ مصباح كهربائي تدفقه الضوئي 1000 lm **أم مصباح كهربائي شدة اضاءته** 100 cd ؟

.....

.....

تدريبات متنوعة على الاستضاءة

تدريب1: أوجد الاستضاءة على مسافة 4m **أسفل مصباح تدفقه الضوئي**405lm.

.....

.....

.....

تدريب2: يستهلك مصباح كهربائي ثلاثي الضبط قدرة كهربائية 50w, 100w, 150w **لانتاج تدفق ضوئي** 2285lm, 1620lm, 666lm **في أزرار ضبطه الثلاثة. وضع المصباح على بعد فوق ورقة** 80cm. **اذا كانت أقل استضاءة لازمة لاضاءة الورقة هي** 175lx ، **فما أقل زر ينبغي أن يستخدم؟**

.....

.....

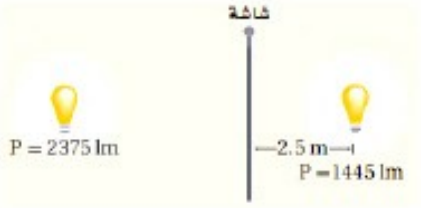
.....

تدريب3: تحرك مصباح فوق صفحات كتاب بدءا من مسافة 30cm **الى** 90cm . **قارن بين استضاءة الكتاب قبل الحركة وبعدها.**

.....

.....

.....



تدريب4: وضعت شاشة بين مصباحين كهربائيين يضيئانها بالتساوي كما بالشكل . فاذا كان التدفق الضوئي للمصباح الأول 1445lm عندما كان يبعد مسافة 2.5m عن الشاشة. فما بعد المصباح الثاني عن الشاشة اذا كان تدفقه الضوئي 2375lm ؟

.....
.....
.....
.....
.....

تدريب5 : يضيء مصباحان شاشة بالتساوي بحيث يقع المصباح A على بعد 5m، ويقع المصباح B على بعد 3m، فاذا كانت شدة اضاءة المصباح A 75 cd، فما شدة اضاءة المصباح B؟

.....
.....
.....
.....

تدريب6: افترض أن مصباحا يضيء سطح المكتب ويولد فقط نصف الاستضاءة المطلوبة. فاذا كان المصباح يبعد مسافة 1m ، فكم ينبغي أن يكون بعده ليولد الاستضاءة المطلوبة؟

.....
.....
.....

تدريب7 : عمود انارة يحوي مصباحين يحوي مصباحين متماثلين يرتفعان 3.3 m عن سطح الأرض. فاذا تم ازالة أحد المصباحين ، فكم يجب أن يكون ارتفاع المصباح المتبقي عن الأرض لاعطاء الاستضاءة نفسها على الأرض؟

.....
.....
.....

تدريب8: يقع مصدر ضوء نقطي علي بعد 2.0m من الشاشة A وعلي بعد 4.0m من الشاشة B كما بالشكل قارن بين الاستضاءة علي الشاشة B والاستضاءة علي الشاشة A ؟

.....
.....
.....
.....

تدريب9: وضع لوح كرتون ابيض علي بعد 10m من مصدر ضوئي فإذا كانت استضاءة اللوح هي 4LX فاحسب شدة إضاءة المصدر ؟

.....
.....
.....
.....

تدريب10: احسب علي أي بعد تضع كتابا من مصباح شدة اضاءتة 100Cd حتى تكون استضاءة الكتاب 4LX ؟

.....
.....
.....
.....

تدريب11: **علق مصباح شدة اضاءتة** 800cd **علي ارتفاع** 16m **احسب شدة الاستضاءة في** :-

أ- النقطة(أ) التي تقع تحت المصباح مباشرة ؟

ب- النقطة (ب) التي تبعد عن(أ) 12m ؟

.....
.....
.....
.....

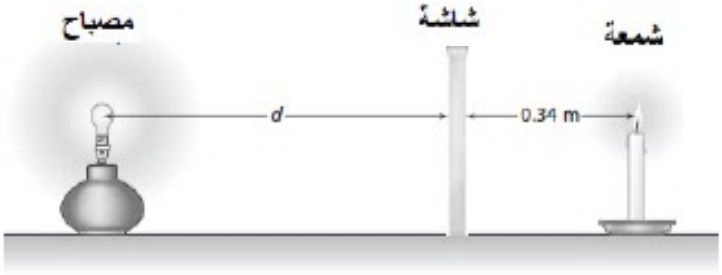
تدريب12: **مصدر ضوء نقي شدة اضاءتة** 10.0cd **ويبعد** 6.0m **عن جدار. كم يبعد مصباح أخر شدة اضاءتة** 60.0cd **عن الحائط إذا كانت استضاءة المصباحين متساوية عند الجدار؟**

.....
.....
.....
.....

تدريب13:**(للأذكياء فقط) احسب الاستضاءة عند حافة طاولة دائرية نصف قطرها** 1m **والناجمة عن منبع شدته** 200cd **يتدلي علي ارتفاع** 3m **فوق مركز الطاولة** .

.....
.....
.....
.....

تدريب14: **اذا كان التدفق الضوئى لشمعة** $(1500\ lm)$ **يسبب استضاءة للشاشة تساوى الإستضاءة التى يسببها مصباح تدفقه الضوئى** $(2500\ lm)$ **يبعد عموديا عن الشاشة مسافة** (d) . **أحسب ما يلي**:



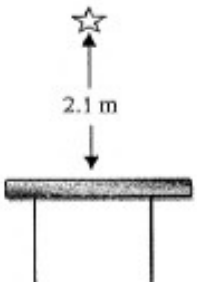
1- **بعد المصباح عن الشاشة**.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2-**إذا تم تحريك المصباح ناحية الشاشة . فاحسب بعد المصباح عن الشاشة لينتج ضعف الاستضاءة عنها قبل التحريك**.

.....
.....
.....

تدريب15: **علق مصباح ضوئي تدفقه** 1750 lm **فوق سطح مكتب، كما بالشكل أدناه، احسب ما يأتي** :



1- **الاستضاءة الواقعة على سطح المكتب**.

.....
.....
.....
.....

2- **اذا زيد ارتفاع المصباح بحيث اصبح يبعد 3m عن السطح. ماذا يحدث لكل من:**

أ- **اضاءة المصباح:** .....

ب- **استضاءة سطح المكتب:** .....

تدريب16: أضيء سطح مكتب بمصباح كهربائي تدفقه الضوئي 600 lm ويرتفع رأسيا عن مكتب 0.4m، أجب عن الأسئلة التالية:

1- **احسب الاستضاءة الواقعة على سطح المكتب.**

.....

.....

.....

.....

2- **اذا استبدل المصباح الكهربائي السابق بمصباح كهربائي آخر تدفقه الضوئي 1800lm، فاحسب ارتفاعه عن سطح المكتب لينتج نفس استضاءة المصباح السابق.**

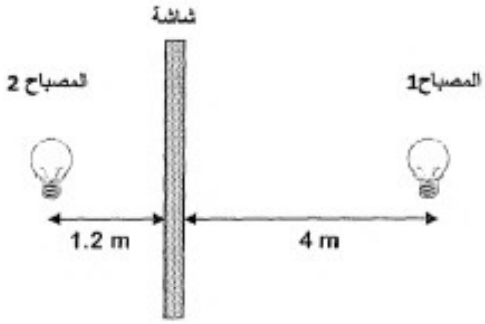
.....

.....

.....

.....

تدريب17 : وضعت شاشة بين مصباحين يضيئانها بالتساوي كما بالشكل فاذا كان التدفق الضوئي للمصباح الأول 2300 lm عندما كان على بعد 4m. اجب عما يلي:



1- **احسب تدفق المصباح الثاني اذا كان يبعد عن الشاشة 1.2m**

.....

.....

.....

.....

.....

2- **ماذا يحدث لاضاءة المصباح الثاني عند تحريكه بعيدا عن الشاشة.**

.....

تدريب18: اختر الاجابة الصحيحة لكل مما يلي:

1- **ان معدل اصطدام الضوء بوحدة المساحات للسطح يقاس بوحدة :**

أ- lm ب- lm/m^2 ج- lx/m^2 د- cd/m^2

2- **(التدفق الضوئي الذي يسقط على مساحة مقدارها $1m^2$ من السطح الداخلي لكرة نصف قطرها 1m) هو تعريف لـ:**

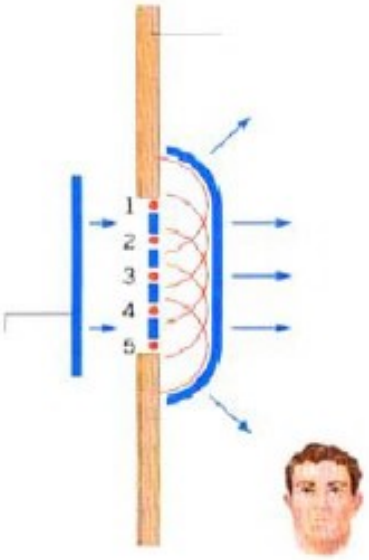
أ- **الاستضاءة** ب- **شدة الاضاءة** ج- **قدرة المصباح الضوئي** د- **الانبعاث الضوئي**

3-2 :الطبيعة الموجية للضوء

الحيود والنموذج الموجي للضوء

- **تجربة جريمالدي**:

أدخل جريمالدي حزمة ضيقة من الضوء إلى داخل غرفة مظلمة وأمسك بقضيب أمام الضوء ، فلاحظ أن:
1- ظل القضيب أعرض من الظل الطبيعي له.
2- حواف الظل غير واضحة ومحاطة بحزم ملونة.



الاستنتاج: استنتج جريمالدي أن الضوء ينحني حول حواف الحواجز وهو ما يعرف بالحيود.

تعريف الحيود: هو انحناء الضوء حول حواف الحواجز والفتحات الضيقة.

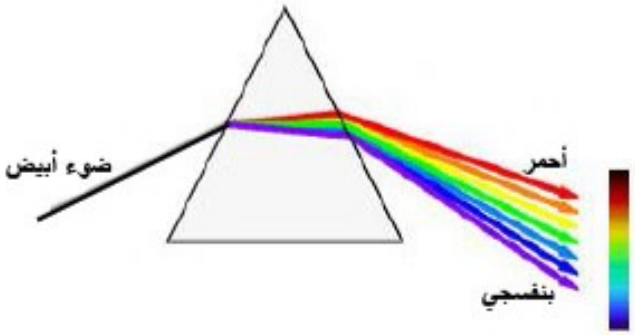
- **تفسير هايجنز لحيود الضوء**:

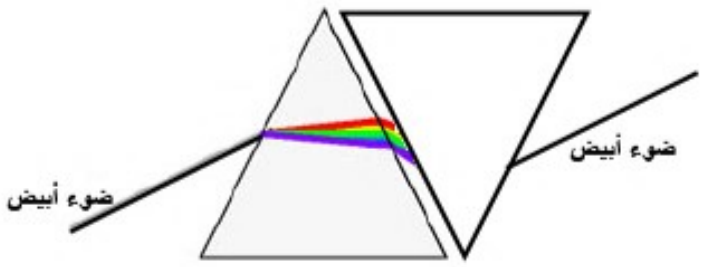
1- يمكن اعتبار قمة كل موجة (صدر الموجة) مجموعة من المصادر النقطية.
2- كل مصدر نقطي يصدر مويجة دائرية.
3- تتراكب الموجات لتكوون مقدمة موجة مستوية ما عدا عند الحواف فانها تتحرك بعيدا عن صدر الموجة أي أنها تحيد.

الطيف المرئي

- **تجربة نيوتن**

قام نيوتن بتمرير حزمة ضوئية ضيقة من ضوء الشمس خلال منشور زجاجي فلاحظ تكون سلسلة من الألوان المتتالية أطلق عليها " الطيف".
وعندما وضع منشور ثلاثي مقلوب في طريق ألوان الطيف اتحدت مرة أخرى لتكون اللون الأبيض.





الاستنتاج:
1- الضوء له خصائص موجية وليس جسيمية.
2- لكل لون من الوان الضوء طول موجي محدد أكبرها الأحمر وأقلها البنفسجي ، وتتراوح أطوالها الموجية بين (400 – 700 nm)
3- يؤدي الاختلاف في الأطوال الموجية لانكسار الضوء بزوايا مختلفة فينتج عنها الطيف الضوئي.
وتعتبر زاوية الانكسار للون البنفسجي هي الأكبر (لأنها الأقل طولا موجيا) بينما زاوية الانكسار للون الأحمر هي الأقل.

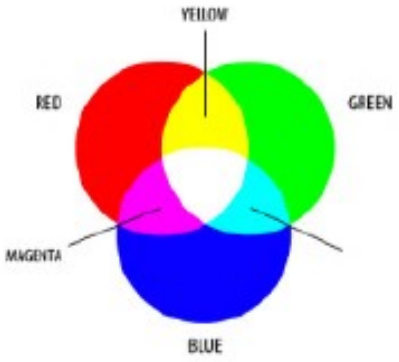
تكـــون الألـــوان

أولا: تكون الألوان بواسطة مزج الأشعة الضوئية

- **تكون الألوان بالمزج**: طريقة لتكون الألوان عن طريق تسليط ألوان ضوئية مختلفة على شاشة بيضاء.
- **الألوان الأساسية (الأولية)**: الأحمر - الأخضر - الأزرق .
- **الألوان الثانوية** : **الألوان الناتجة من دمج أي لونين أساسين .** وهي : الأصفر – الأزرق الداكن - الأرجواني

أمثلة:

أحمر + أخضر = أصفر
أزرق + أخضر = أزرق داكن
أحمر + أزرق = أرجواني



- **الألوان المتتامة** :هي اللونان الضونيان اللذان يتراكبان معا لإنتاج اللون الأبيض.

أمثلة: (الأصفر- الأزرق) – (الأزرق الداكن- الأحمر) – (الأرجواني- الأخضر)

- **تطبيقات على تكون الألوان بواسطة مزج الأشعة الضوئية**

1- **أنابيب الالوان في التلفاز**.

يحتوي التلفاز على 3 أنابيب لكل من الضوء الأحمر والأخضر والأزرق ويتم المزج بينها بنسب معينة لانتاج الألوان.

2- **تبييض الملابس المصفرة**.

علل : يمكن تبييض الملابس المصفرة باستخدام عامل أزرق اللون يضاف لمسحوق الغسيل.
ج: لأن اللون الأزرق و الأصفر لونان متتامان ينتج عن تراكبهما اللون الأبيض.

ثانيا:تكون الألوان بواسطة اختزال الأشعة

- **تكون الألوان بالاختزال**: طريقة لتكون الألوان عن طريق اسقاط ضوء بلون معين على جسم ملون.
- **المواد الملونة** عبارة عن جزيئات لها القدرة على امتصاص ألوان أطوال موجية معينة للضوء وتسمح لأخرى بالنفاذ خلالها أو تعكسها.

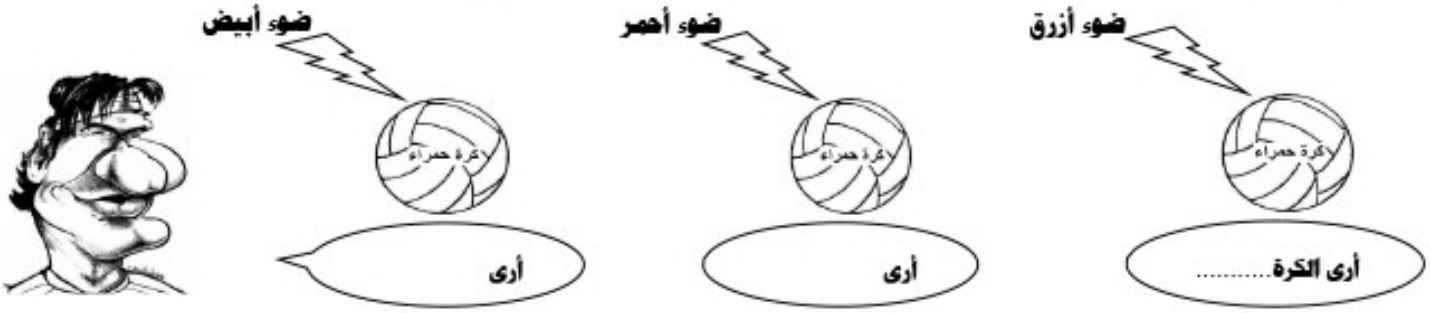
- **الجسم المعتم** يظهر للناظر بلون الضوء الذي يعكسه عند تعريضه للضوء الأبيض . فيما يقوم بامتصاص بقية الأطوال الموجية (الألوان).

أمثلة:

1- **القميص الأحمر يبدو لونه أحمر للناظر** ،لأنه يمتص جميع الألوان الساقطة عليه ويعكس اللون الأحمر.
2- **القميص الأبيض يبدو لونه أبيض للناظر**، لأنه يعكس جميع الألوان الساقطة عليه .
3- **القميص الأسود يبدو لونه أسود للناظر**، لأنه يمتص جميع الألوان ولا ينعكس عنه ضوء.

تدريبات متنوعة على تكون الالوان

تدريب1 : **يوضح الشكل أدناه كرة حمراء يسقط عليها أضواءا مختلفة . وضح اللون الذي تبدو عليه الكرة للناظر.**



تدريب2: **اختر الاجابة الصحيحة لكل مما يلي:**

1- **اذا سلط ضوء أزرق اللون على تفاحة حمراء ، فانها تبدو بلون:**

أ- أزرق ب- أصفر ج- أسود د- أحمر

2- **أي من العبارات التالية صحيحة بالنسبة لمزج لونين أساسيين لانتاج لون ثانوي؟**

أ- اللون الأصفر مع الأزرق ينتج اللون الأخضر ب- الأحمر مع الأخضر ينتج الأزرق

ج- الأخضر مع الأصفر ينتج الأبيض د- الأحمر مع الأخضر ينتج الأصفر

3- **أي من ألوان الضوء التالية يؤدي تراكبها الى تشكيل اللون الأرجواني:/**

أ- الأبيض والأحمر ب- الأحمر والأزرق ج- الأزرق والأخضر د- الأصفر والأخضر

تدريب3: **ما الفرق بين " انتاج الألوان بواسطة مزج أشعة الضوء " و "انتاج اللون بواسطة اختزال أشعة الضوء" مضمنا اجابتك تعريف كل منهما ومثال صحيح.**

وجه المقارنة	انتاج اللون بواسطة مزج أشعة الضوء	انتاج اللون بواسطة اختزال أشعة الضوء
تعريف	يتم عن طريق تسليط ألوان ضوئية مختلفة على شاشة بيضاء	يتم عن طريق اسقاط ضوء بلون معين على جسم ملون
مثال	اسقاط الضوء الأحمر والأخضر والأزرق فينتج عن تراكبها الضوء الأبيض	اسقاط ضوء بلون أحمر على جسم بلون أخضر فيظهر الجسم بلون أسود (معتم)

تدريب4: **يمثل الشكل المجاور شاشة بيضاء سلطت عليها الألوان الأساسية للضوء بشدة متساوية . أجب عن الأسئلة التالية:**

أولا:أكمل الفراغات الآتية:

1- **تسمى هذه العملية**.....

2- **يطلق على اللونين 3 و 4 ألوان** .....

3- **يطلق على اللونين 1 و 3 ألوان** .....

ثانيا: أكتب في الجدول المقابل للأرقام الآتية:

الأرقام	1	2	3	4	5
الألوان	.....	.....	.....	.....	.....

تدريب 5: ما اللون الذي ستظر به الشاشة في الحالتين التاليتيين مع التفسير.

1- **عند تسليط ضوء أخضر وضوء أحمر معا بنفس الشدة على شاشة بيضاء.**

.....

.....

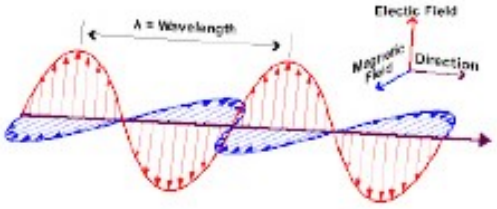
2- **عند تسليط ضوء أخضر على شاشة حمراء.**

.....

.....

موجات الضوء

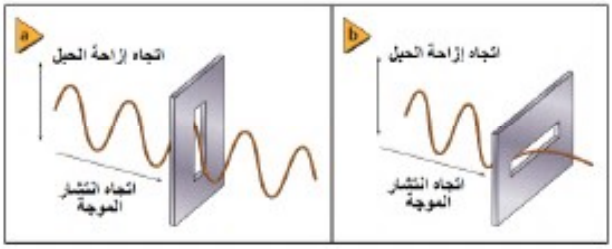
موجات الضوء هي موجات كهرومغناطيسية تتكون من مجالين كهربي ومغناطيسي يتذبذبان في مستويين متعامدين.



استقطاب الضوء

الاستقطاب: هو انتاج ضوء يتذبذب في مستوى واحد فقط.

يمكن تبسيط الاستقطاب كما بالشكل المجاور :



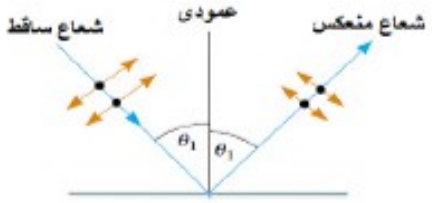
- ✓ في الشكل (a) تمر الموجة خلال المرشح لأن اتجاه اهتزاز الموجة مواز للشق (محور الاستقطاب).
- ✓ في الشكل (b) لا تمر الموجة خلال المرشح لأن اتجاه اهتزاز الموجة متعامد مع الشق (محور الاستقطاب).

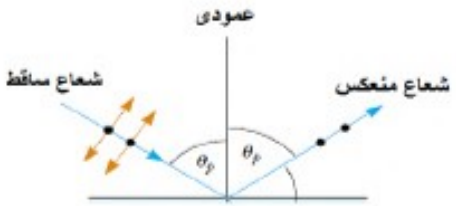
1- **الإستقطاب بالترشيح (الفلترة)**

عندما يسقط الضوء على مرشح الإستقطاب فإن الإلكترونات تمتص الموجات الضوئية التى تهتز فى اتجاه اهتزاز الإلكترونات نفسه وتمر الموجات الضوئية المهتزة عموديا على مستوى اهتزاز الإلكترونات.

2- **الإستقطاب بالإنعكاس**:

عندما يسقط الضوء بزاوية سقوط محددة فإن جزء الموجة الضوئية الموازى للسطح لاينعكس بينما ينعكس جزء الموجة العمودى على السطح العاكس ويصبح الضوء المنعكس مهتزا فى مستوى واحد (مستقطب).

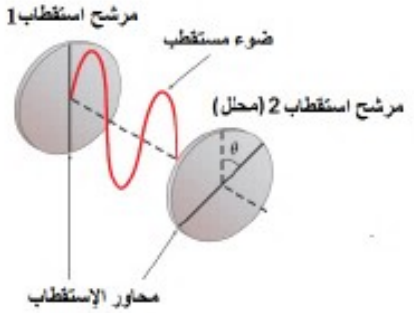




علل لما يلي: تغير سطوع الضوء عند تدوير نظارة شمسية مستقطبة في اتجاه الضوء المنعكس عن طريق ، بينما لا يحدث ذلك عند تدوير النظارات في اتجاه ضوء منبعث عن مصباح كهربي .

ج: لأن الضوء المنعكس عن طريق أصبح مستقطبا بسبب الانعكاس.

قانون مالوس فى الاستقطاب



شدة الضوء الخارج من مرشح الإستقطاب الثانى I_2 تساوى شدة الضوء الخارج من مرشح الإستقطاب الأول I_1 مضروبا فى مربع جيب تمام الزاوية المحصورة بين محورى استقطاب المرشحين θ .

$$I_2 = I_1 \cos^2\theta$$

ملاحظات مهمة على قانون مالوس

1- يستخدم قانون مالوس للأضواء المستقطبة **فقط**.
2- الضوء غير المستقطب **يفقد نصف شدته** عند مروره من مرشح استقطاب.

سرعة الموجات الضوئية

- سرعة موجات الضوء فى الفراغ مقدار ثابت ويساوى $c = 3\times10^8\ m/s$
- يمكن حساب طول أى موجة من الضوء من العلاقة $\lambda_0 = \dfrac{c}{f}$

تأثير دوبلر فى الضوء

- **تردد الضوء المراقب من مصدر** يساوى التردد الحقيقى لمصدر الضوء مضروبا فى (حاصل جمع واحد و السرعة النسبية على طول المحور بين المصدر والمراقب إذا تحرك كل منهما فى اتجاه الأخر مقسوما على سرعة الضوء) أو مضروبا فى (حاصل طرح السرعة النسبية على طول المحور بين المصدر والمراقب من الواحد إذا تحرك كل منهما مبتعدا عن الأخر مقسوما على سرعة الضوء)

$$f_{\text{المراقب}} = f_s\left(1 \pm \frac{v}{c}\right)$$

- إذا كانت حركة المراقب **مقتربة** من المصدر (+)
- إذا كانت حركة المراقب **مبتعدة** من المصدر (-)

- **انزياح دوبلر** الفرق بين الطول الموجى الذى يسجله مراقب للضوء والطول الموجى الحقيقى للضوء يساوى الطول الموجى الحقيقى للضوء مضروبا فى السرعة النسبية للمصدر والمراقب مقسوما على سرعة الضوء.

$$(\lambda_{\text{المراقب}} - \lambda_s) = \Delta\lambda = \pm\frac{v}{c}\lambda_s$$

- التغير (+) فى الطول الموجى يعنى أن الضوء مزاح **ناحية الضوء الأحمر**
وهذا يحدث عندما تكون السرعة المتجهة النسبية للمصدر فى **اتجاه مبتعدا عن المراقب**

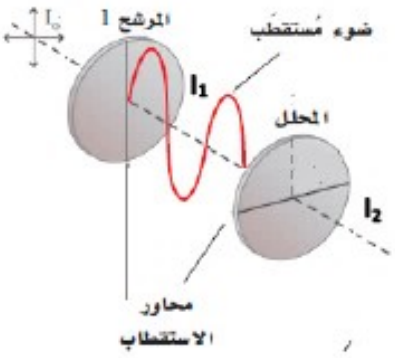
- التغير (-) فى الطول الموجى يعنى أن الضوء مزاح **ناحية الضوء الأزرق**
وهذا يحدث عندما تكون السرعة المتجهة النسبية للمصدر فى **اتجاه مقتربا من المراقب**

✓ **تطبيق على انزياح دوبلر في الضوء** :يستطيع الباحثون تحديد كيفية تحرك الأجسام الفلكية مثل المجرات بالنسبة إلى الأرض وذلك بمراقبة انزياح دوبلر للضوء.

تدريبات متنوعة على قانون مالوس فى الاستقطاب وتأثير دوبلر فى الضوء

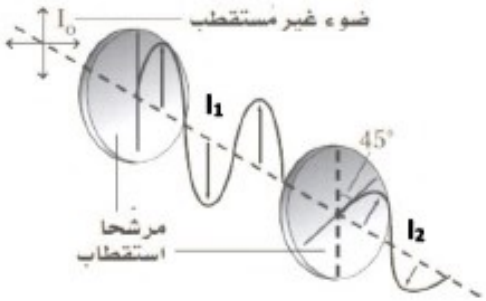
تدريب1: تسقط حزمة ضوئية غير مستقطبة على مرشحي استقطاب محوريهما متعامدين.

ما شدة الضوء النافذ من المرشح الثاني؟



.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

تدريب2: أسقطت حزمة ضوئية غير مستقطبة شدتها I_0 على مرشح استقطاب كما بالشكل الموضح، ويصطدم الضوء النافذ بمرشح استقطاب ثان . احسب :



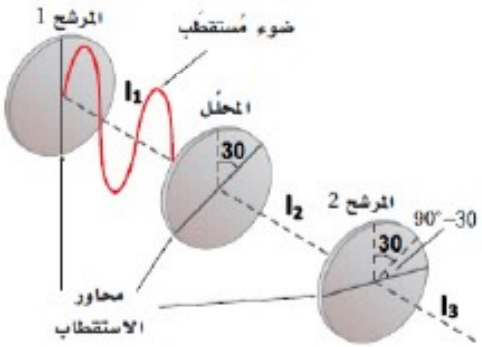
أ- شدة الضوء I_1 النافذ من مرشح الاستقطاب الأول.

.....
.....
.....
.....

ب- شدة الضوء I_2 النافذ من مرشح الاستقطاب الثاني.

.....
.....
.....
.....
.....

تدريب3: من الشكل المقابل. احسب:



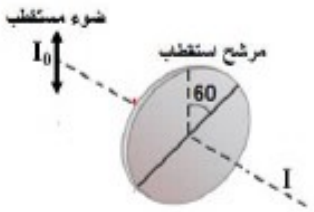
أ- شدة الضوء I_2 النافذ من المحلل.

.....
.....
.....
.....
.....

ب- شدة الضوء I_3 النافذ من مرشح الاستقطاب الثاني.

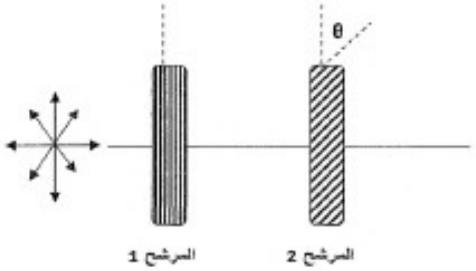
.....
.....
.....
.....
.....

تدريب4: أسقطت حزمة ضوئية مستقطبة شدتها I_0 على مرشح استقطاب كما بالشكل الموضح، فاذا كان محور استقطاب المرشح يصنع زاوية ° 60 مع الحزمة الساقطة . احسب شدة الضوء النافذ I من مرشح الاستقطاب .



.....
.....
.....
.....

تدريب5: وضع مرشحي استقطاب (1،2) كما هو موضح في الشكل أدناه ، ثم أسقطت حزمة ضوئية غير مستقطبة على مرشح الاستقطاب الأول . اذا كانت النسبة بين شدة الضوء النافذ من المرشح الثاني I_2 الى شدة الضوء النافذ من المرشح الأول I_1 هو 0.25. فاحسب الزاوية المحصورة بين محوري استقطاب المرشح الثاني والأول.



.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

تدريب6: احسب تردد خط طيف الأكسجين اذا كان طوله الموجي 513nm .

.....
.....
.....

تدريب7: تتحرك ذرة الهيدروجين في مجرة بسرعة 6.55×10^{6} m/s مبتعدا عن الأرض، وتبعث ضوءا بتردد 6.16×10^{14} Hz .
احسب التردد الذي سيلاحظه فلكي على الأرض للضوء المنبعث من ذرة الهيدروجين.

.....
.....
.....
.....

تدريب8 : ينظر فلكي الى طيف مجرة ، فيجد أن هناك خطا لطيف الأكسجين بالطول الموجي 528nm ، في حين أن القيمة المقيسة في المختبر تساوي 513 nm . أجب عما يلي:

أ- احسب سرعة تحرك المجرة بالنسبة للأرض.

.....
.....
.....
.....

ب- هل تتحرك المجرة مقتربة أو مبتعدة عن الأرض .وضح اجابتك.

.....

ج- هل ينزاح الضوء نحو الأزرق أم الأحمر؟

.....

تدريب9 : احسب السرعة التي تتحرك بها مجرة بالنسبة للأرض ، اذا كان خط طيف الهيدروجين 486nm قد أزيح نحو الأحمر 491 nm .

.....
.....
.....
.....

تدريب10: اذا كان خط طيف عنصر الهيدروجين المعروف بطول موجي 434nm مزاحا نحو الأحمر بنسبة 6.5% في الضوء القادم من مجرة بعيدة . فاحسب سرعة ابتعاد المجرة عن الأرض.

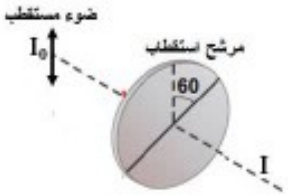
.....
.....
.....
.....

تدريب 11 : **اختر الاجابة الصحيحة:**

1- **رصد العلماء نجم يبتعد عن الأرض لذلك من المتوقع أن يتغير لون الأشعة التى يرصدها العلماء من :**

أ- **الأصفر إلى الأحمر** ب- **الأخضر إلى الأزرق** ج- **الأصفر إلى الأزرق** د- **الأحمر إلى الأصفر**

2- **أسقطت حزمة ضوئية مستقطبة شدتها I_0 على مرشح استقطاب كما بالشكل الموضح، فاذا كان محور استقطاب المرشح يصنع زاوية 60° مع الحزمة الساقطة فان شدة الضوء النافذ I من مرشح الاستقطاب يساوي:**



أ- $I = 0.5\ I_0$ ب- $I = 0.25\ I_0$

ج- $I = 0.86\ I_0$ د- $I = 0.74\ I_0$

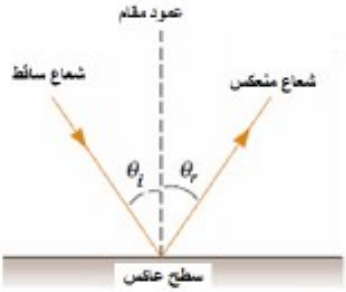
3- **استقطاب الضوء يعني انتاج ضوء ..... في مستوى واحد.**

أ- **ينتقل** ب- **يتراكب** ج- **يتذبذب** د- **ينعكس**

الفصل الرابع : الانعكاس والمرايا

4-1 :الانعكاس عن المرايا المستوية

قانونا الانعكاس

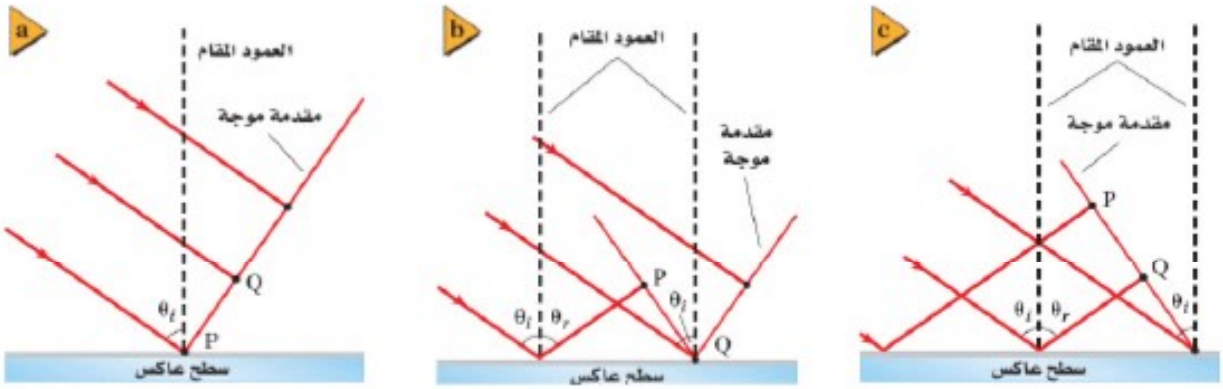


1- زاوية السقوط (θ_i) = زاوية الانعكاس (θ_r)
2- الشعاع الساقط والشعاع المنعكس والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح العاكس تقع جميعها في مستوى واحد عمودي على السطح العاكس.

مصطلحات مهمة:

1- **زاوية السقوط** (θ_i): الزاوية التي يصنعها الشعاع الساقط مع العمود المقام على السطح العاكس عند نقطة السقوط.
2- **زاوية الانعكاس**(θ_r):الزاوية التي يصنعها الشعاع المنعكس مع العمود المقام على السطح العاكس عند نقطة السقوط.
3- **العمود المقام:** خط وهمي عمودي على السطح العاكس عند نقطة السقوط.

تفسير قانونا الأنعكاس وفقا للنموذج الموجي:

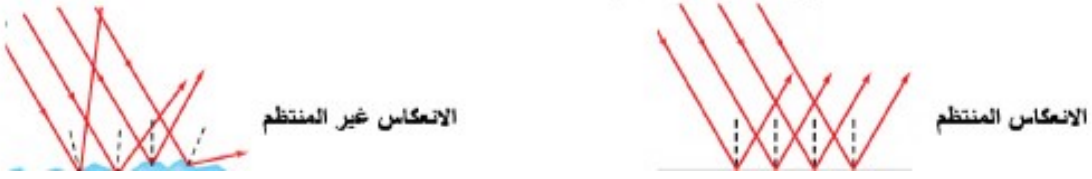


الانعكاس المنتظم والغير منتظم

1. **الانعكاس المنتظم**: الانعكاس الناتج عن الاسطح الملساء (كالمرآة)، وتكون فيه الأشعة الضوئية المنعكسة متوازية عندما تسقط عليه متوازية.
2. **الانعكاس غير المنتظم**: الانعكاس الناتج عن الاسطح الخشنة ، وتكون فيه الأشعة الضوئية المنعكسة غيرمتوازية عندما تسقط عليه متوازية.

ملاحظة:يمكن تطبيق قانون الانعكاس في حالة الانعكاس المنتظم والغير منتظم سواء كانت السطوح ملساء أو خشنة على حد سواء.

س: علل لما يلي: الأشعة المنعسة عن السطوح الخشنة غير متوازية على الرغم من خضوعها لقانون الانعكاس.
ج: لأن الأعمدة المقامة على السطح الخشن عند مواقع السقوط لا تكون متوازية.



تكون الصور في المرايا المستوية

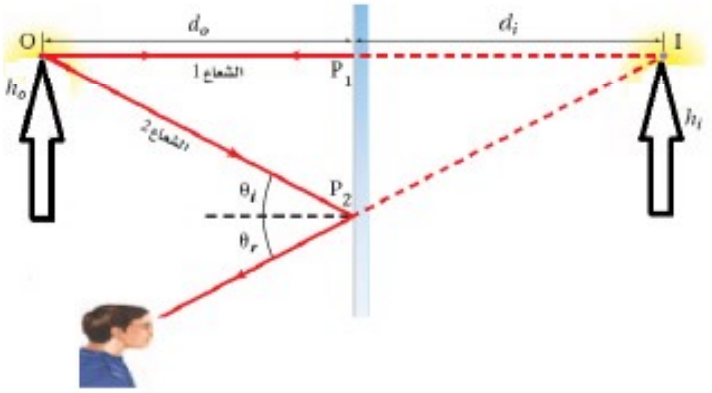
مصطلحات مهمة:

- **المرآة المستوية**: سطح أملس (مصقول) ينعكس عنه الضوء انعكاسا منتظما.
- **الجسم** (Object): هو مصدر الأشعة الضوئية التي ستعكس على سطح مرآة. وقد يكون مصدر مضيء(كالمصباح) أو مصدر مستضاء (كالكتاب).
- **الصورة** (image): هي نقطة التقاء الأشعة الضوئية المنعكسة (أو امتداداتها) والتي تصل لعين الانسان. وقد تكون الصور حقيقية أو تقديرية.
  - **الصور الحقيقية**: وتنتج عن التقاء الأشعة الضوئية المنعكسة عن المرآة ، ويمكن استقبالها على حاجز.
  - **الصور التقديرية**: وتنتج عن التقاء امتدادات الأشعة الضوئية المنعكسة عن المرآة ، ولا يمكن استقبالها على حاجز.

صفات الصور المتكونة في المرايا المستوية:

1- الصورة المتكونة **تقديرية** (لأنها تنتج عن التقاء امتدادات الأشعة ولا يمكن استقبالها على حاجز) وتقع خلف المرآة .
2- الصورة المتكونة **معتدلة** ومعكوسة جانبيا.
3- طول الصورة h_i التي تكونها المرآة المستوية **مساويا** لطول الجسم h_o. $\boxed{h_i = h_o}$
4- بعد الصورة d_i عن المرآة المستوية **يساوي** سالب بعد الجسم d_o عنها (الاشارة السالب لأنها صورة تقديرية) $\boxed{d_i = - d_o}$
5- اذا تحرك الجسم بسرعة ما فان الصورة تتحرك في الاتجاه المعاكس **بالسرعة نفسها**.

✓ **يمكن تلخيص ما سبق أن الصورة المتكونة تكون تقديرية – معتدلة – مساوية لطول الجسم.**



تدريبات متنوعة على المرايا المستوية

تدريب1: **اذا سقط شعاع ضوئي بزاوية 53° مع سطح مرآة مستوية ، فأوجد ما يلي:**

أ- مقدار زاوية الانعكاس ب- مقدار الزاوية بين الشعاع الساقط والشعاع المنعكس.

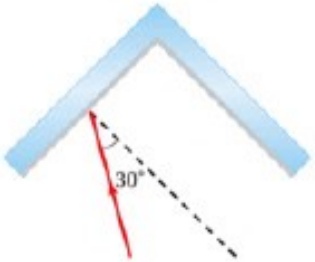
.....
.....
.....

تدريب2: **وضعت مرآتان مستويتان بحيث كانت الزاوية بينهما 45° . فاذا سقط شعاع ضوئي على احداهما بزاوية سقوط 30° ، وانعكس عن المرآة الثانية ، فاحسب زاوية انعكاسه عن المرآة الثانية.**

.....
.....
.....

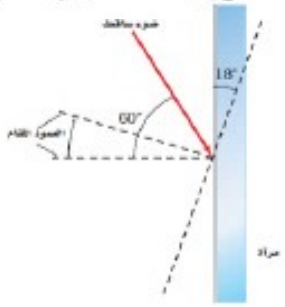
تدريب3: **في الشكل المجاور مرآتين مستويتين متعامدتين . فاذا سقط شعاع ضوئي على احداهما بزاوية 30° . فأجب عما يلي:**

1- **أكمل مسار الأشعة.**
2- **احسب زاوية انعكاس الشعاع عن المرآة الثانية.**



.....
.....
.....
.....
.....
.....

تدريب4: **سقط شعاع ضوئي على مرآة مستوية بزاوية سقوط 60°. فاذا أديرت المرآة بزاوية 18° في اتجاه حركة عقارب الساعة كما بالشكل الموضح، فما الزاوية التي يصنعها الشعاع المنعكس مع المرآة؟**



.....
.....
.....
.....
.....
.....

تدريب5: **سقطت حزمة ضوء ليزر على سطح مرآة مستوية بزاوية 38° بالنسبة للعمود المقام. فاذا حرك الليزر بحيث زادت زاوية السقوط بمقدار 13°. فما مقدار زاوية الانعكاس الجديدة ؟**

.....
.....
.....
.....

تدريب6:

أ-أثبت باستخدام مخطط الأشعة أنه اذا أردت رؤية نفسك كاملا في مرآة مستوية ، فانه يجب أن يكون طول المرآة نصف طولك على الأقل.

ب- قارن بالرسم فقط بين الانعكاس المنتظم والغير منتظم.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

تدريب7 : **علل لما يلي**:

1- **تعتبر الصور المتكونة عن المرايا المستوية تقديرية.**

ج: لأنها تنتج عن التقاء امتدادات الأشعة ولا يمكن استقبالها على حاجز.

2- **عند سكب كمية من الماء فوق سطح زجاجي خشن يتحول انعكاس الضوء من انعكاس غير منتظم الى انعكاس منتظم.**

ج: للأنه عند سكب الماء يصبح السطح مصقولا ، لذا نحصل على انعكاسا منتظما.

تدريب8 : **اختر الاجابة الصحيحة**:

1- **سقط شعاع على سطح مرآة مستوية وصنع زاوية 38° مع المرآة . ما مقدار الزاوية بين الشعاع الساقط والشعاع المنعكس ؟**

أ) 38 **ب) 76** **ج) 52** **د) 104**

2- **أقصر طول لمرآة مستوية يمكنك أن ترى فيه طولك كاملا يساوي:**

أ) طولك كاملا **ب) ثلاثة أرباع طولك** **ج) نصف طولك** **د) ربع طولك**

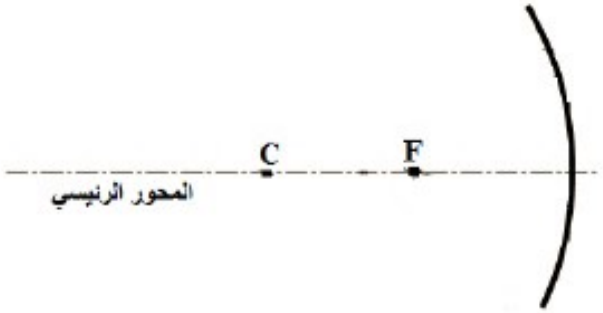
4-2 :المرايا الكروية

مصطلحات هامة

- ✓ **المرآة المقعرة** : مرآة تعكس الضوء من سطحها المقوس الداخلي، وتكون صورا (معتدلة تقديرية) أو (مقلوبة حقيقية) .
- ✓ **المرآة المحدبة**: مرآة تعكس الضوء من سطحها المقوس الخارجي، وتكون صورا معتدلة مصغرة تقديرية.
- ✓ **المركز الهندسي للمرآة** (C): مركز الكرة التي تعتبر المرآة جزءا منها.
- ✓ **نصف قطر التكور** (r): المسافة بين المركز الهندسي للمرآة وأي نقطة على سطحها.
- ✓ **المحور الرئيسي** : خط مستقيم متعامد مع سطح المرآة ويقسمها الى نصفين.
- ✓ **قطب المرآة** : نقطة تقاطع المحور الرئيسس مع سطح المرآة.
- ✓ **بؤرة المرآة الأصلية** (F): هي النقطة التي تتجمع فيها الأشعة المنعكسة (أو امتداداتها) عندما تسقط الأشعة متوازية وموازية للمحور الرئيسي.

ملاحظة : الأشعة المتوازية ترمز للأشعة القادمة من جسم بعيد جدا كالشمس.

- ✓ **البعد البؤري** (f): المسافة بين قطب المرآة وبؤرتها الأصلية . وتقع البؤرة عند منتصف المسافة بين مركز التكور والقطب $f = \frac{r}{2}$



الطريقة الهندسة لتحديد موقع الصورة

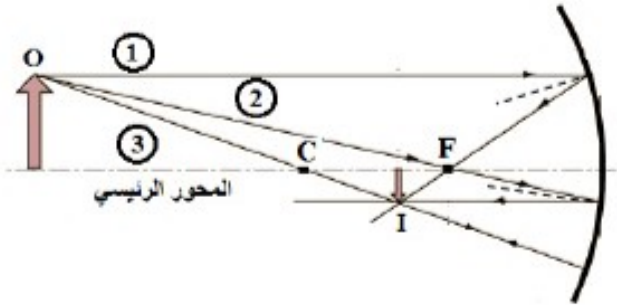
■ مسارات الأشعة:

عندما يسقط الشعاع على مرآة فانه ينعكس وفقا لقانون الانعكاس. وفيما يلي أهم الأشعة:

1- عندما يسقط الشعاع الضوئي موازيا للمحور الرئيسي فانه ينعكس مارا بالبؤرة.
2- عندما يسقط الشعاع الضوئي مارا بالبؤرة فانه ينعكس موازيا للمحور الرئيسي.
3- عندما يسقط الشعاع الضوئي مارا بالمركز الهندسي للمرآة فانه ينعكس على نفسه.

■ كيفية تحديد موقع الصورة :

1- نرسم المرآة ونحدد عليها المحور الرئيسي ، بؤرة المرآة والمركز الهندسي.
2- نرسم الجسم على هيئة سهم.
3- نرسم شعاعين من الأشعة المذكورة أعلاه، ونحدد مسار الأشعة المنعكسة.
4- نحدد موقع الصورة عند موقع التقاء الشعاعين المنعكسين (أو امتداداتهما) ، ونمثلها بسهم عمودي من المحور الأساسي لنقطة الالتقاء.



■ **الصور الحقيقية والتقديرية :**

الصورة الحقيقية: هي الصورة التي تتكون من التقاء الأشعة المنعكسة ، ويمكن تجميعها على حاجز. ودائما تكون مقلوبة.

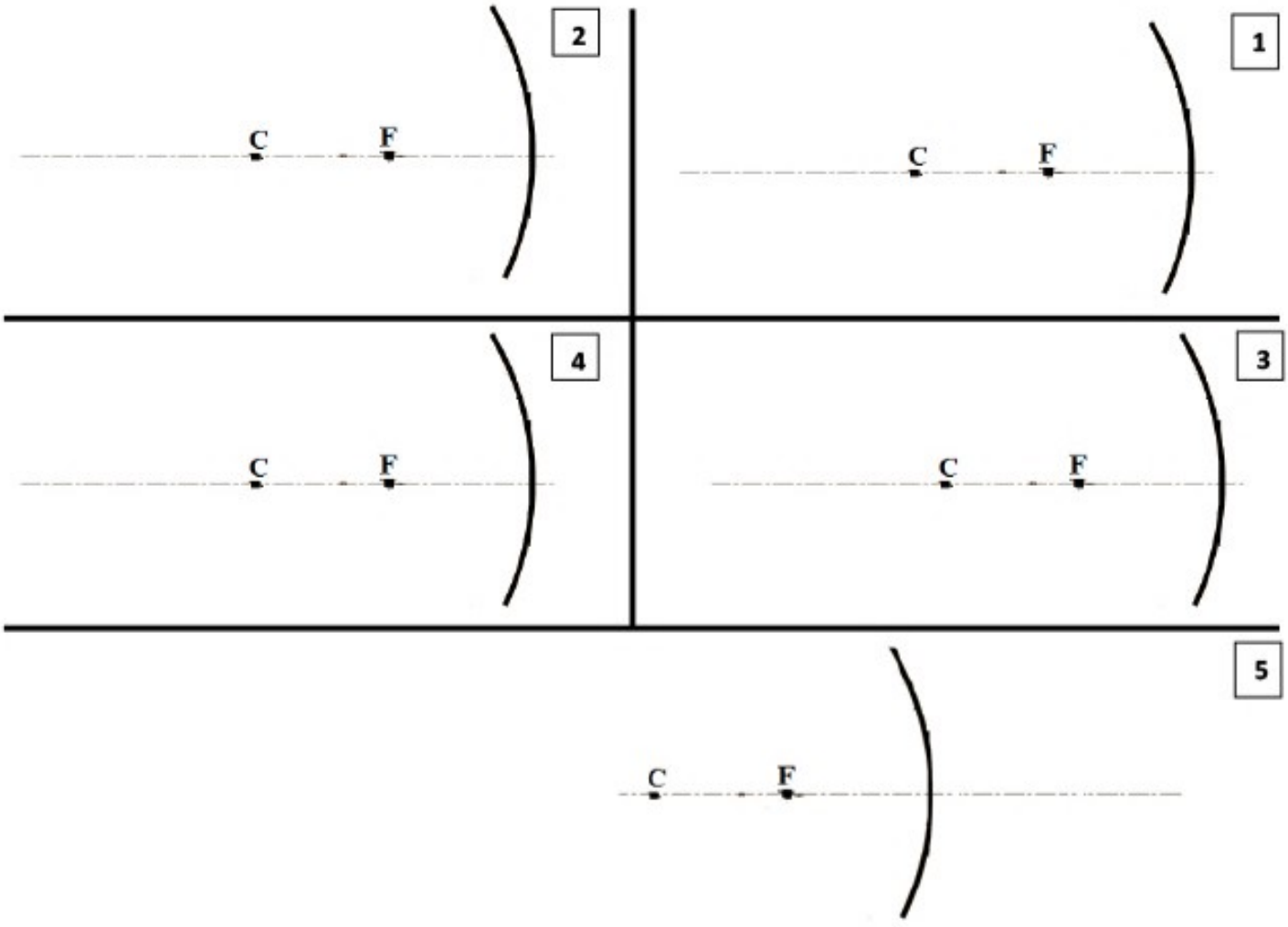
الصورة التقديرية: هي الصورة التي تتكون من التقاء امتدادات الأشعة المنعكسة ، ولا يمكن تجميعها على حاجز. ودائما تكون معتدلة.

أولا : تكون الصور فى المرايا المقعرة

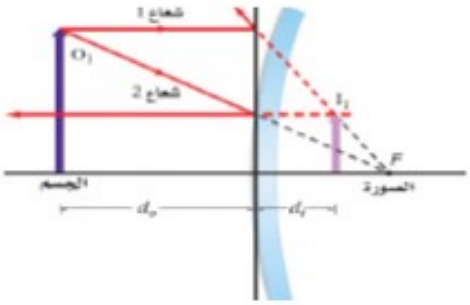
✓ **يتغير موقع الصورة المتكونة بالمرايا المقعرة وصفاتها بحسب بعد الجسم عن المرآة.**

تدريب : وضح بالرسم موقع وصفات الصورة المتكونة في الحالات التالية:

الرقم	موقع الجسم	موقع الصورة	خصائص الصورة المتكونة
1	أبعد من C $(d_o > r)$	بين C , F $(r > d_i > f)$	حقيقية- مقلوبة - مصغرة
2	عند C $(d_o = r)$		
3	بين C , F $(r > d_o > f)$		
4	عند F $(d_o = f)$		
5	أقل من F $(d_o < f)$		



ثانيا : تكون الصور في المرايا المحدبة

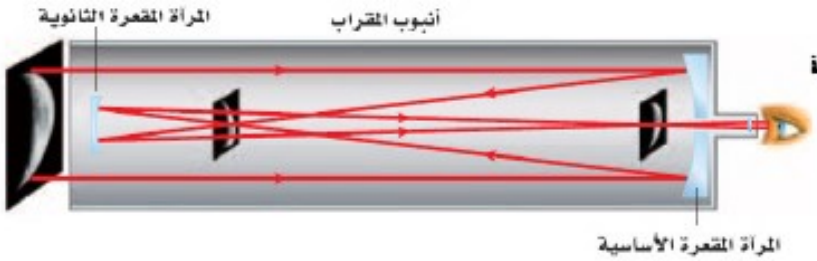


- ✓ **لا يتغير موقع وصفات الصورة المتكونة بالمرآة المحدبة مهما كان موضع الجسم.**
- ✓ **خصائص الصورة المتكونة بالمرايا المحدبة:** تقديرية – معتدلة – مصغرة .
- ✓ **موضع الصورة المتكونة بالمرايا المحدبة** : خلف المرآة وعلى بعد أقل من البعد البؤري.

علل لما يلي: تستخدم المرايا المحدبة على نطاق واسع في أغراض المراقبة بالمحال وفي السيارات.

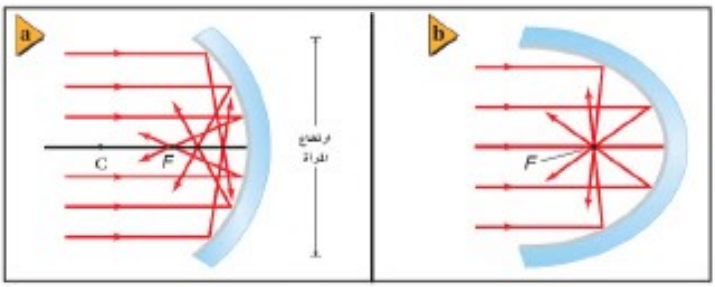
ج: لأنها تكون صورا معتدلة ومصغرة، وبالتالي فانها تعطي مجالا (مساحة) أكبر للرؤية.

مقراب جريجوريان (المقراب العاكس)



عندما تسقط الأشعة المتوازية القادمة من جسم بعيد على المرآة المقعرة الكبيرة، فانها تنعكس في اتجاه المرآة الصغيرة ، والتي تعكس هذه الأشعة مكونة صورة حقيقية ومعتدلة .

عيوب المرايا الكروية



يعتبر الزيغ الكروي (التشوه الكروي) أحد أهم عيوب المرايا الكروية.

■ **الزيغ الكروي:** عيب من عيوب المرايا الكروية, يحدث بسبب تجمع الأشعة الضوئية المتوازية القريبة عن المحور الرئيسي في البؤرة، بينما تتجمع الأشعة البعيدة في نقاط أقرب للمرآة ، فتكون المرآة نتيجة لذلك صور مشوشة وغير واضحة.

■ **ويمكن التقليل من أثر الزيغ الكروي في المرايا من خلال ما يلي:**

1- تصنيع المرايا المقعرة على شكل قطع مكافيء، ولكنها عالية التكلفة.
2- استخدام مرايا كروية ثانوية صغيرة أو عدسات صغيرة مصممة على هيئة خاصة لتصحيح الزيغ الكروي.
3- تقليل نسبة ارتفاع المرآة الى نصف قطر تكورها.

الطريقة الرياضية لتحديد موقع الصورة (معادلة المرآة الكروية)

■ **معادلة المرايا الكروية** $\boxed{\frac{1}{f}=\frac{1}{d_i}+\frac{1}{d_o}}$

أي أن مقلوب البعد البؤري للمرآة الكروية يساوي حاصل جمع مقلوب بعد الجسم ومقلوب بعد الصورة عن المرآة.

■ **قانون التكبير في المرايا الكروية** $\boxed{m=\frac{h_i}{h_o}=\frac{-d_i}{d_i}}$

أي أن تكبير المرآة الكروية هو النسبة بين طول الصورة الى طول الجسم ، ويساوي حاصل قسمة سالب بعد الصورة على بعد الجسم عن المرآة.

■ **قيم التكبير**

$|m| = 1$ (الصورة مساوية)

$|m| < 1$ (الصورة مصغرة)

$|m| > 1$ (الصورة مكبرة)

■ **قواعد الاشارات في معادلة المرآة الكروية**

الاشارة	d_o	d_i	f	h	m
+	الجسم حقيقي	الصورة حقيقية أمام المرآة	البؤرة حقيقية (مرآة مقعرة)	الجسم أو الصورة معتدلة	الصورة تقديرية
-	الجسم تقديري	الصورة تقديرية خلف المرآة	البؤرة تقديرية (مرآة محدبة)	الجسم أو الصورة مقلوبة	الصورة حقيقية

تدريبات متنوعة على المرايا الكروية

تدريب1:

وضع جسم طوله 5cm **على بعد** 36cm **أمام مرآة مقعرة بعدها البؤري** 16cm . **أوجد:**

1- **بعد الصورة المتكونة.**

.....

.....

.....

.....

2- **التكبير.**

.....

.....

3- **طول الصورة المتكونة.**

.....

.....

.....

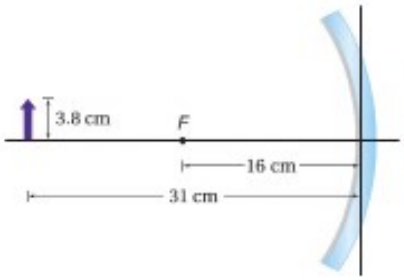
4- **خصائص الصورة.**

.....

.....

تدريب2.

احسب بعد الصورة وارتفاعها للجسم الموضح بالشكل أدناه.



.....

.....

.....

.....

.....

تدريب3:

يفحص تاجر مجوهرات ساعة قطرها 3cm بوضعها على بعد8cm من مرآة مقعرة بعدها البؤري 12cm، فاحسب :

أ- البعد الذي ستظهر عليه صورة الساعة. ب- قطر الصورة.

.....

.....

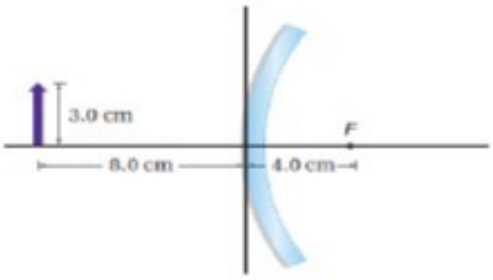
.....

.....

.....

.....

تدريب4: ارسم أشعة على الشكل لتحديد طول الصورة المتكونة وموقعها.



تدريب5: تستخدم مرآة محدبة لتكوين صورة حجمها نصف حجم الجسم على بعد 36cm خلف المرآة . ما البعد البؤري للمرآة؟

.....

.....

.....

.....

.....

تدريب6: تستخدم المحال الكبيرة مرايا المراقبة في الممرات، وكل مرآة لها نصف قطر تكور مقداره 3.8m ، فاحسب:

أ- بعد الصورة لزبون يقف أمام المرآة على بعد 6.5 m منها؟ ب- طول زبون طوله 1.7m ؟

.....

.....

.....

.....

.....

تدريب7: وضع جسم طوله 4cm على بعد 12cm من مرآة محدبة ، فاذا كانت طول الصورة المتكونة 2cm ، وبعدها -6cm .

احسب البعد البؤري للمرآة أ- باستخدام معادلتي المرايا والتكبير. ب- باستخدام مخطط الأشعة.

.....

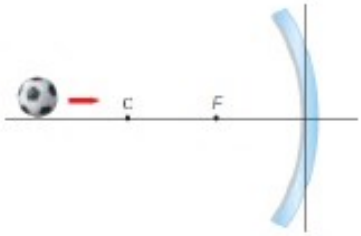
.....

.....

.....

.....

تدريب8: تتدحرج كرة ببطء الى اليمين نحو مرآة مقعرة. صف كيف يتغير حجم صورة الكرة في أثناء تدحرجها نحو المرآة.



.....
.....
.....
.....
.....
.....

تدريب9: احسب نصف قطر تكور مرآة مقعرة تكبر صورة جسم 3.2 مرة عندما يوضع على بعد 20cm منها؟

.....
.....
.....
.....

تدريب10: جمع الضوء القادم من نجم بواسطة مرآة مقعرة . احسب بعد صورة النجم عن المرآة اذا كان نصف قطر تكور المرآة 150cm

.....
.....

تدريب11 : وضع جسم على بعد6cm من مرآة مستوية ، فاذا وضعنا مرآة مقعرة مكان المرآة المستوية ، فان بعد الصورة الناتجة خلف المرآة سيزداد 8cm عما كان عليه . احسب البعد البؤري للمرآة المقعرة على افتراض أن الجسم موضوع بين البؤرة والمرآة.

.....
.....
.....
.....
.....

تدريب12: أثبت أنه مع ازدياد نصف قطر تكور مرآة مقعرة الى ما لا نهاية ، تصبح معادلة المرآة مماثلة للعلاقة بين بعد الصورة وبعد الجسم في المرآة المستوية.

.....
.....
.....

تدريب 13 (اختر): الحالة الوحيدة التي تتكون فيها صورة تقديرية لجسم موضوع أمام مرآة مقعرة ، عندما يوضع الجسم على بعد :

أ- يساوي ضعفي البعد البؤري ب- يساوي البعد البؤري ج أقل من البعد البؤري د- بين البعد البؤري وضعفي البعد البؤري

الفصل الخامس : الانكسار والعدسات

5-1 :انكسار الضوء

انكسار الضوء

■ **انكسار الضوء**: انحناء مسار الضوء عند عبوره الحد الفاصل بين وسطين مختلفين.

ويعتمد مقدار الأنكسار على : 1- خصائص الوسطين الشفافين 2- الزاوية التي يسقط بها الضوء على الحد الفاصل.

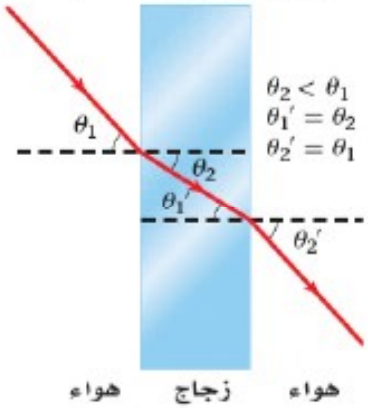
■ **ظواهر تحدث بسبب الانكسار:**

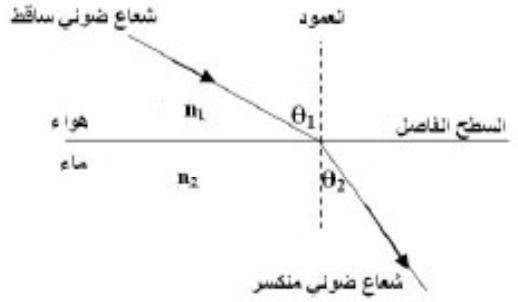
1- تبدو الأشياء تحت سطح الماء أقرب من بعدها الحقيقي عند النظر اليها من الهواء.
2- الأجسام الموجودة تحت سطح الماء تبدو مشوهة (منكسرة).
3- الأجسام الموجودة تحت سطح الماء تبدو متموجة بسبب انحراف مسار الضوء الخارج من الماء مع حركة الحد الفاصل.

قانون سنل في الانكسار

■ **قانون سنل في الانكسار:**

" حاصل ضرب معامل انكسار الوسط الأول في جيب زاوية السقوط يساوي حاصل ضرب معامل انكسار الوسط الثاني في جيب زاوية الانكسار"

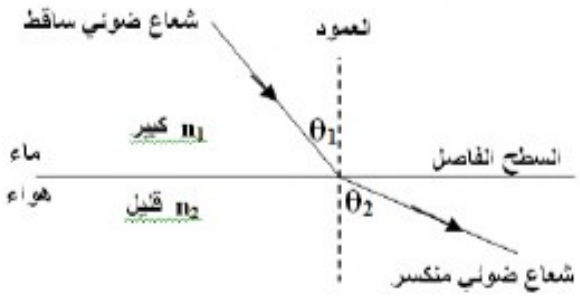


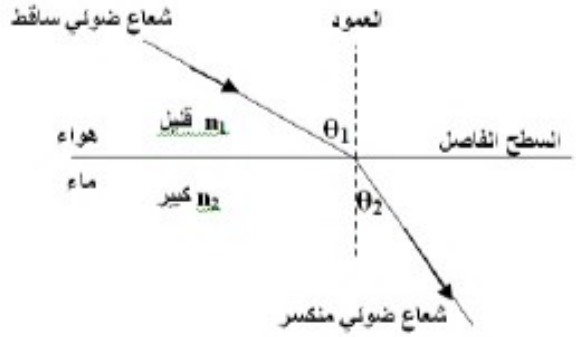


$$n_1 \sin\vartheta_1 = n_2 \sin\vartheta_2$$

■ **حالات الانكسار:**

1- عندما ينتقل الضوء من وسط معامل انكساره قليل الى وسط معامل انكساره أكبر($n_1 < n_2$) ، فانه ينكسر مقتربا من العمود المقام.
2- عندما ينتقل الضوء من وسط معامل انكساره كبير الى وسط معامل انكساره أقل ($n_1 > n_2$) ، فانه ينكسر مبتعدا عن العمود المقام.
3- عندما يسقط الضوء عموديا على الحد الفاصل بين وسطين فانه ينفذ دون أن يعاني أي انكسار.

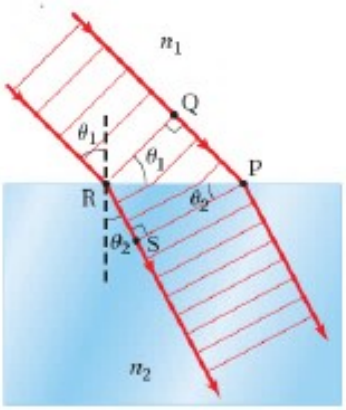




■ **تطبيقات على الانكسار في علم الفلك:**

س: علل : يظهر القمر باللون الأحمر خلال مرحلة الخسوف على الرغم من أن الأرض تحجب ضوء الشمس عن القمر.
ج: بسبب انكسار الضوء خلال طبقات الغلاف الجوي، فينحرف باتجاه القمر. حيث يعمل الغلاف الجوي على تشتيت معظم الضوء الأزرق والأخضر، لذا ينير اللون الأحمر القمر والذي بدوره ينعكس الى الأرض فيبدو أحمرا.

النموذج الموجي في الانكسار



■ عند انتقال الضوء من الفراغ الى وسط معامل انكساره n فانه يتفاعل مع الذرات ، فتقل سرعته خلال الوسط ، كما ويقل طوله الموجي بينما يبقى تردد الضوء ثابتا.

$$f = \frac{v}{\lambda} \qquad v_{\text{الوسط}} = \frac{c}{n} \qquad \lambda_{\text{الوسط}} = \frac{\lambda}{n}$$

■ يمكن كتابة قانون سنل في صور أخرى كالآتي:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

■ **تعريف معامل الانكسار:** هو النسبة (أو حاصل قسمة) بين سرعة الضوء في الفراغ الى سرعة الضوء في الوسط.

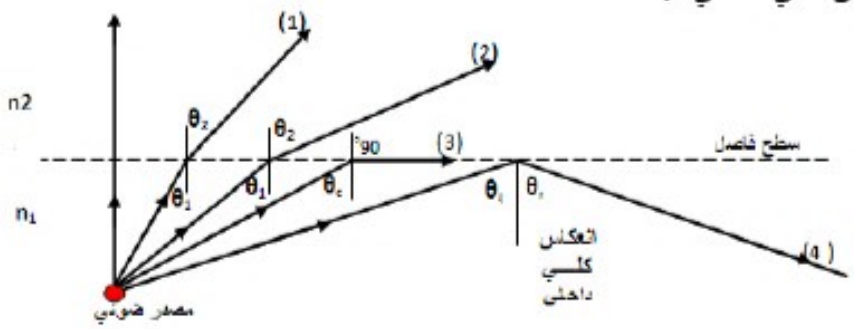
$$n = \frac{c}{v}$$

الانعكاس الكلي الداخلي

1 - عند سقوط شعاع ضوئي من وسط معامل انكساره أكبر n_1 الى وسط معامل انكساره أقل n_2 فان الشعاع الضوئي ينكسر مبتعدا عن العمود. (لاحظ الشعاع رقم 1)

2- بزيادة زاوية السقوط تزداد زاوية الانكسار تباعا فيقترب الشعاع المنكسر من السطح الفاصل (الشعاع رقم 2), حتى ينطبق الشعاع المنكسر تماما الحد الفاصل بين الوسطين (الشعاع رقم 3). عندها تسمى زاوية السقوط بـ" *الزاوية الحرجة* " .

3- اذا زادت زاوية السقوط عن الزاوية الحرجة فان الاشعة الضوئية تنعكس بالكامل عند الحد الفاصل الى الوسط الذي معامل انكساره أكبر (الشعاع رقم 4), ويسمى ذلك بـ" *الانعكاس الكلي الداخلي* " .



■ **تعريفات مهمة:**

1- **الزاوية الحرجة:** هي زاوية السقوط في التي ينكسر عندها الشعاع على امتداد الحد الفاصل بين الوسطين (أي أن زاوية الانكسار = 90 درجة)

2- **الانعكاس الكلي الداخلي:** هو انعكاس الضوء في الوسط الذي معامل انكساره أكبر عند سقوطه من وسط معامل انكساره كبير الى وسط معامل انكساره أقل بزاوية سقوط أكبر من الزاوية الحرجة.

■ حساب الزاوية الحرجة بين وسطين

باستخدام قانون سنل في حالة الزاوية الحرجة نجد أن : $n_1 \sin(\theta_c) = n_2 \sin(90)$ ومنها يمكن حساب الزاوية الحرجة.

$$\sin\theta_c = \frac{n_2}{n_1}$$

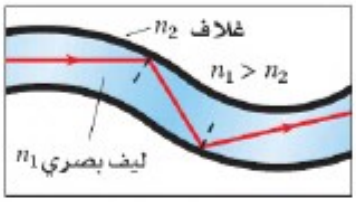
قانون الزاوية الحرجة: " جيب الزاوية الحرجة يساوي معامل انكسار وسط الانكسار مقسوما على معامل انكسار وسط السقوط"

■ ظواهر تحدث بسبب الانعكاس الكلي الداخلي:

1- تبدو الأجسام الموجودة أسفل الماء في بركة سباحة مقلوبة بالنسبة للناظر الموجود داخل الماءعند النظر لأعلى سطح الماء بسبب الانعكاس الكلي الداخلي للضوء عند الحد الفاصل.

2- قد تختفي الأجسام الموجودة في أسفل سطح الماء بالنسبة للناظرالموجود خارج الماء، لأن الضوء القادم من الجسم الموجود في الماء ينعكس لداخل الماء بفعل الأنعكاس الكلي الداخلي دون أن يصل للعين.

■ تطبيقات على الانعكاس الكلي الداخلي



الألياف البصرية: وهي ألياف تستخدم لنقل الضوء مهما بلغت طولها دون أن يفقد الضوء شدته. حيث يدخل الضوء من المصدر الى أحد طرفي الألياف البصرية بزاوية سقوط أكبر من الزاوية الحرجة فينعكس انعكاسا كليا داخليا وتتكرر العملية أكثر من مرة حتى يصل للطرف الآخر.

علل : من ميزات استخدام الألياف البصرية أن الضوء يحافظ على شدته على طول المسافة التي يمتدها الليف البصري مهما بلغت.

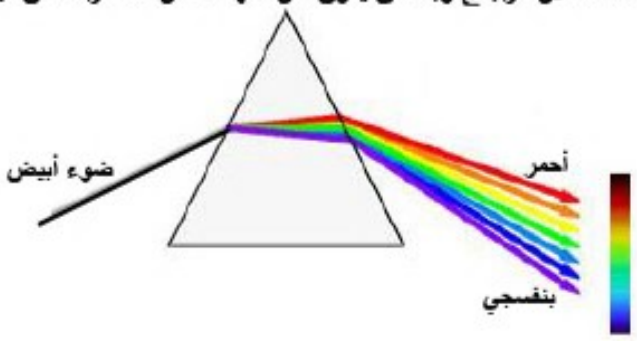
.....

.....

تفريق (تحليل) الضوء

■ **تفريق الضوء**: هو تحلل الضوء الأبيض الى ألوان الطيف عند مروره خلال منشور زجاجي.

■ **تفسير تفرق الضوء**: كل لون من ألوان الطيف له طول موجي و تردد معين، مما يجعله يتفاعل بصورة مختلفة مع الزجاج مما يسبب اختلاف سرعة الضوء لألوان الطيف المختلفة خلال الزجاج وبالتالى يكون لكل منها معامل انكسار خاص فيه.



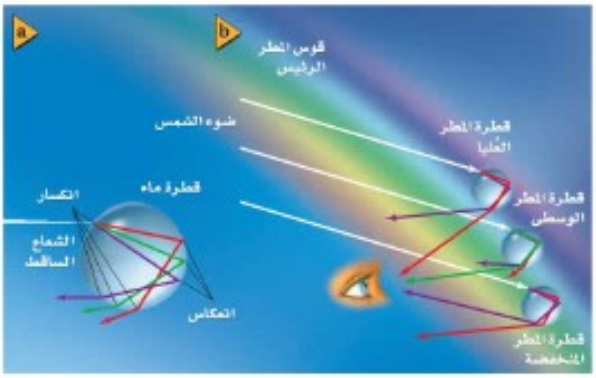
علل: اللون (الضوء) البنفسجي هو أكثر الوان الطيف انكسارا بينما اللون الأحمر هو الأقل عند تفرق الضوء الأبيض في المنشور الزجاجي.

ج: لأن (سرعة الضوء البنفسجي هي الأقل خلال الزجاج) أو (لأن تردد الضوء البنفسجي هو الأكبر بين ألوان الطيف) أو (لأن الطول الموجي للضوء البنفسجي هو الأقل بين ألوان الطيف)

■ **قوس المطر (قوس قزح):**

س: كيف يتشكل قوس المطر ؟

1- عند سقوط ضوء الشمس على قطرات المطر، ينكسر كل لون بزاوية انكسار مختلفة، نظرا لاختلاف أطوالها الموجي أو ترددتها.
2- يحدث انعكاس كلي داخلي لجزء من الضوء المنكسر على السطح الخلفي للقطرة.
3- عند خروج الضوء من القطرة يحدث انكسار آخر، لذا يزداد التفريق فينتج طيفا كاملا من كل قطرة مطر.
4- يرى المراقب لونا واحدا فقط (طول موجي واحد) من كل قطرة بسبب المواقع النسبية للشمس والقطرة والمراقب.
5- نظرا لوجود الكثير من القطرات يظهر للناظر طيفا كاملا يصل للعين في صورة قوس قزح وذلك بسبب الضباب.

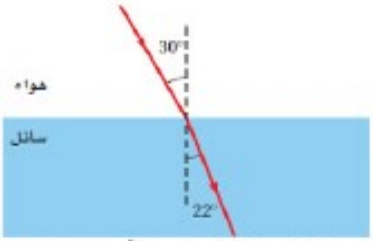


علل لما يأتي :

1- **ظهور قوس مطر ثان بجانب الأول وبألوان باهتة ومعكوسة الترتيب.**
ج: بسبب انعكاس أشعة الضوء مرتين داخل قطرة الماء(انعكاس كلي داخلي).

2- **يصل المراقب لقوس المطر لونا واحدا فقط من كل قطرة مطر على الرغم من انتاجها للطيف كاملا.**
ج: بسبب المواقع النسبية للشمس والقطرة والمراقب.

تدريبات متنوعة على الانكسار وقانون سنل



تدريب1: ينتقل شعاع ضوء من الهواء إلي سائل ما كما بالشكل حيث يسقط الشعاع علي السائل بزاوية 30 وينكسر بزاوية 22 . احسب معامل انكسار السائل باستخدام قانون سنل .

.....
.....
.....

تدريب2: يسقط شعاع ضوئي علي زجاج مسطح لأحد جوانب حوض سمك بزاوية مقدارها 40 بالنسبة للعمود المقام فإذا علمت أن معامل انكسار الزجاج 1.5 احسب :

1- **زاوية انكسار الضوء في الزجاج .** 2- **زاوية انكسار الضوء في الماء.**

.....
.....
.....
.....

تدريب3: سقط ضوء طوله لموجي 650nm علي قطعة من الكوارتز التي لها معامل انكسار n=1.458 احسب :

1- **سرعة الضوء في الكوارتز** 2- **الطول الموجي للضوء في الكوارتز** 3- **تردد الضوء في تلك المادة**

.....
.....
.....
.....
.....

تدريب4: إذا كانت سرعة الضوء في البلاستيك الشفاف $1.9X10^8$ m/s وسقط شعاع ضوء علي البلاستيك بزاوية 22 فما الزاوية التي ينكسر بها الشعاع ؟

.....
.....
.....

تدريب5: استخدمت صفيحة سميكة من البلاستيك n=1.5 في صنع حوض سمك فإذا انعكس ضوء عن سمكة موجودة في الماء وسقط علي صفيحة البلاستك بزاوية 35 فما الزاوية التي سيخرج فيها الضوء إلي الهواء ؟

.....
.....
.....
.....

تدريب6: احسب الزاوية الحرجة عند السطح المشترك للألماس والهواء علما بان معامل انكسار الألماس هو 2.42

.....
.....
.....

تدريب7: احسب الزاوية الحرجة عندما ينتقل الضوء من زجاج معامل انكساره n=1.52 الى الماء الذي معامل انكساره n=1.33

.....
.....
.....

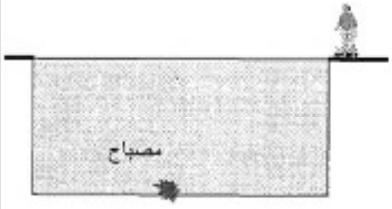
تدريب8: اذا كانت الزاوية الحرجة عند الحد الفاصل بين الألماس والهواء 24.4°، فاحسب زاوية الانكسار في الهواء اذا كانت زاوية السقوط على الحد الفاصل 20° .

.....
.....

تدريب9 :اختر الاجابة الصحيحة لكل مما يلي:

1- تعد الألياف البصرية تطبيقا تقنيا لظاهرة :

أ- الانعكاس الكلي الداخلي ب- الانكسار ج- الاستقطاب د- التداخل



2- يقف جواد عند حافة بركة ممتلئة بالماء وينظر الى مصباح مضيء في وسط البركة ، ولكنه لا يتمكن من رؤية المصباح رغم محاولاته المتكررة ، يعود ذلك الى ظاهرة :

أ- الحيود ب- الانكسار ج- الاستقطاب د- الانعكاس الكلي الداخلي.

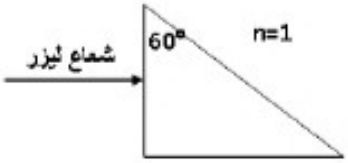
3- يرجع اللون الأحمر للقمر خلال مرحة خسوفه الى ظاهرة:

أ- الانعكاس ب- الانكسار ج- التداخل د- الحيود

4- اذا كانت سرعة الضوء في الألماس فما معامل انكسار الألماس؟

أ- 0.0422 ب- 0.413 ج- 1.24 د- 2.42

تدريب10: منشور زجاجي قائم الزاوية معامل انكسار مادته n=1.5 وضع في الهواء n=1 ثم أسقط عليه شعاع ليزر كما في الشكل المجاور، أجب عن الأسئلة التالية.

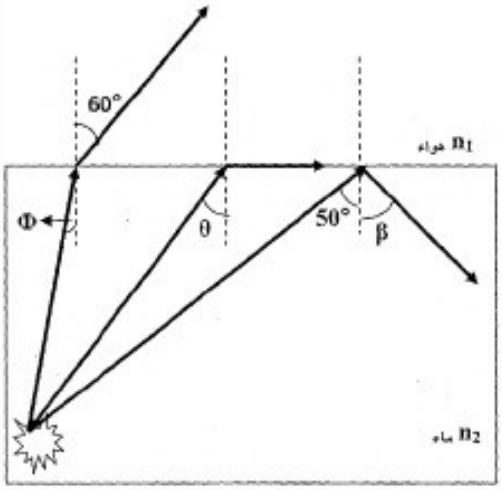


1- احسب مقدار الزاوية الحرجة للزجاج.

.....
.....
.....
.....

2- بالاعتماد على قيمة الزاوية الحرجة أكمل مسار الشعاع على الشكل

تدريب11: **يمثل الشكل أدناه أشعة ضوئية صادرة عن مصدر مضيء موجود في الماء ، اذا علمت أن معامل انكسار الضوء في الماءn_2، احسب ما يلي:**



1- **معامل انكسار الضوء في الماء، اذا كانت قيمة الزاوية** $\theta = 48.75°$

.....
.....
.....

2- **قيمة الزاوية** β

.....

3- **قيمة الزاوية** Φ .

.....
.....
.....

4- **سرعة موجات الضوء في الماء.**

.....
.....
.....

تدريب12: **اذا كانت الزاوية الحرجة بين نوع معين من الزجاج والهواء تساوي 41°. فاحسب:**

1- **معامل انكسار هذا النوع من الزجاج.**

.....
.....
.....

2- **الزاوية الحرجة اذا غمر هذا الزجاج في الماء . علما بأن معامل انكسار الماء 1.33**

.....
.....
.....

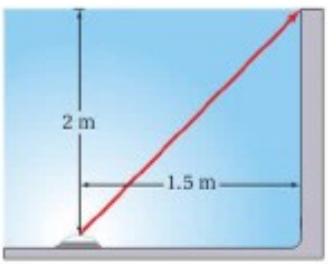
تدريب 13: **علل لما يلي:**

1- **رؤية صورة الشمس فوق الأفق تماما على الرغم أنها قد غابت فعلا.**
ج: بسبب انكسار أشعة الضوء في الغلاف الجوي.

2- **على الرغم من انكسار ضوء الشمس أثناء مروره في الغلاف الجوي ،الا أنه لا يتحلل الى طيف.**
ج: لأن سرعة الألوان المختلفة للضوء في الهواء متساوية.

3- **لا تستطيع رؤية قوس المطر في السماء جنوبا اذا كنت في نصف الكرة الشمالي.**
ج: لأن قوس المطر لايمكن رؤيته الا اذا سقطت أشعة الضوء من خلفك بزاوية لا تتعدى 42 مع الأفق ، وهذا ما لا يمكن حصوله عندما تنظر جنوبا من موقعك في نصف الكرة الشمالي.

تدريب14: **وضع مصدر ضوء في قاع حوض سباحة على عمق 2m من سطح الماء ويبعد عن طرف الحوض 1.5m، كما بالشكل ، وكان الحوض مملوءا بالماء الى قمته. علما بأن معامل انكسار الماء 1.33**



1- **احسب الزاوية التي يصل فيها الضوء طرف المسبح خارجا من الماء.**

.....
.....

2- **هل تؤدي رؤية الضوء بهذه الزاوية بظهوره على بعد أعمق أم أقل عمقا مما هو عليه بالواقع.**

.....
.....
.....

5-2 :العدسات المحدبة والمقعرة

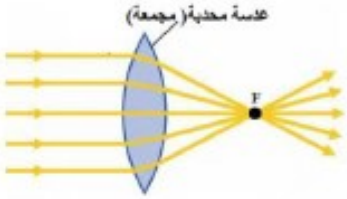
مصطلحات هامة

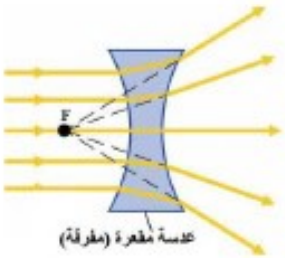
- ✓ **العدسة:** قطعة من مادة شفافة تستخدم في تجميع الضوء أو تفريقه وتكوين الصور . مثل الزجاج أو البلاستك.
- ✓ **العدسة المحدبة:** عدسة مجمعة ، وسطها أكبر سمكا من أطرافها، تجمع الأشعة المتوازية الساقطة في البؤرة عندما تكون محاطة بمادة معامل انكسارها أقل من معامل انكسار مادة العدسة. وتكون صورا (مصغرة – مقلوبة- حقيقية) أو (مكبرة- معتدلة – تقديرية)
- ✓ **العدسة المقعرة:** عدسة مفرقة ، وسطها أقل سمكا من أطرافها، تشتت الضوء الساقط عليها عندما يكون معامل انكسار الوسط المحيط بها أقل من معامل انكسار مادة العدسة. وتكون صورا (مصغرة- معتدلة- تقديرية).

عدسات محدبة

عدسات مقعرة

- ✓ **بؤرة العدسة (F):** هي النقطة التي تتجمع فيها الأشعة المنكسرة (أو امتداداتها) عندما تسقط الأشعة متوازية وموازية للمحور الرئيسي.
- ✓ **البعد البؤري (f):** المسافة بين المستوى الأساسي للعدسة والبؤرة.





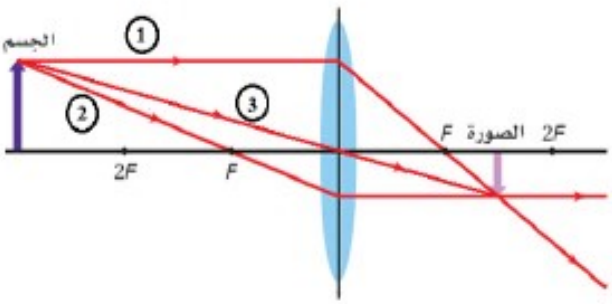
الطريقة الهندسية لتحديد موقع الصورة

- ✓ **مسارات الأشعة:**

عندما يسقط الشعاع على عدسة فانه ينكسر . وفيما يلي أهم مسارات الأشعة في العدسات الكروية:

1- عندما يسقط الشعاع الضوئي موازيا للمحور الرئيسي فانه ينكسر مارا بالبؤرة في الجانب الآخر.
2- عندما يسقط الشعاع الضوئي مارا بالبؤرة فانه ينكسر موازيا للمحور الرئيسي على الجانب الآخر.
3- عندما يسقط الشعاع الضوئي مارا بالنقطة التي تتوسط سطحي العدسة فانه ينفذ دون أن يعاني أي انكسار.

- ✓ **كيفية تحديد موقع الصورة :**



1- نرسم العدسة ونحدد عليها المحور الرئيسي ، بؤرتي العدسة و 2F.
2- نرسم الجسم على هيئة سهم.
3- نرسم شعاعين من الأشعة المذكورة أعلاه، ونحدد مسار الأشعة المنكسرة.
4- نحدد موقع الصورة عند موقع التقاء الشعاعين المنكسرين (أو امتداداتهما) ، ونمثلها بسهم عمودي من المحور الأساسي لنقطة الالتقاء.

- ✓ **الصور الحقيقية والتقديرية في العدسات الكروية :**

الصورة الحقيقية: هي الصورة التي تتكون من التقاء الأشعة المنكسرة ، ويمكن تجميعها على حاجز. ودائما تكون مقلوبة، وتقع في الجانب المعاكس للجسم.

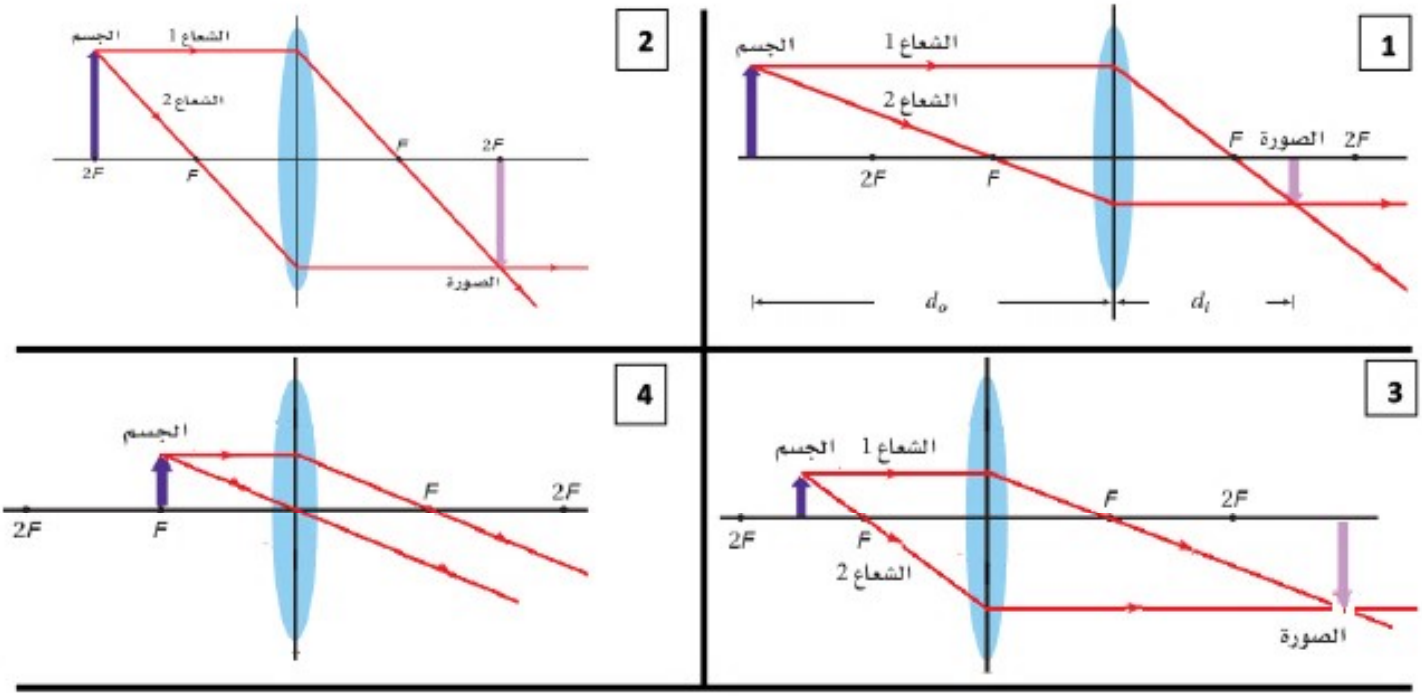
الصورة التقديرية: هي الصورة التي تتكون من التقاء امتدادات الأشعة المنكسرة ، ولا يمكن تجميعها على حاجز. ودائما تكون معتدلة، وتقع في نفس جهة الجسم.

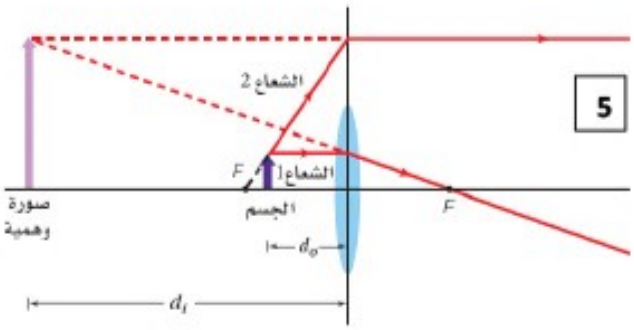
أولا : تكون الصور فى العدسات المحدبة

✓ **يتغير موقع الصورة المتكونة وصفاتها في العدسات المحدبة بحسب موقع الجسم بالنسبة للعدسة.**

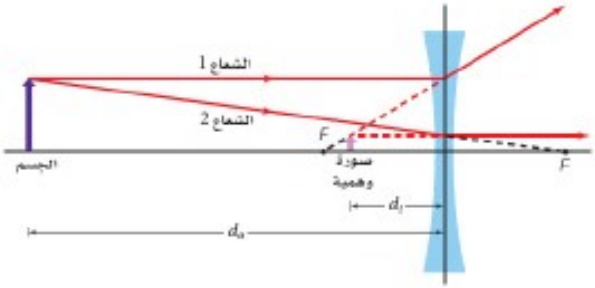
تدريب : وضح بالرسم موقع وصفات الصورة المتكونة في بالعدسة المحدبة في الحالات التالية:

الرقم	موقع الجسم	موقع الصورة	خصائص الصورة المتكونة
1	أبعد من 2F ($d_o > 2f$)	بين F , 2F ($2f > d_i > f$) عكس جهة الجسم	حقيقية- مقلوبة - مصغرة
2	عند 2F ($d_o = 2f$)	عند 2F ($d_i = 2f$) عكس جهة الجسم	حقيقية- مقلوبة - مساوية
3	بين F , 2F ($2f > d_o > f$)	أبعد من 2F ($d_i > 2f$) عكس جهة الجسم	حقيقية- مقلوبة - مكبرة
4	عند F ($d_o = f$)	تتكون صورة في ما لا نهاية	أشعة متوازية
5	أقل من F ($d_o < f$)	نفس جهة الجسم	تقديرية- معتدلة- مصغرة





ثانيا : تكون الصور فى العدسات المقعرة



- ✓ **لا تتغير صفات الصورة المتكونة بالعدسات المقعرة مهما كان موضع الجسم..**
- ✓ **خصائص الصورة المتكونة:** تقديرية – معتدلة – مصغرة .
- ✓ **موضع الصورة** : في نفس جهة الجسم وعلى بعد أقل من البعد البؤري.

الطريقة الرياضية لتحديد موقع الصورة المتكونة بالعدسات

■ **معادلة العدسة الرقيقة** $\frac{1}{f}=\frac{1}{d_i}+\frac{1}{d_o}$

أي أن مقلوب البعد البؤري للعدسة الكروية يساوي حاصل جمع مقلوب بعد الصورة ومقلوب بعد الجسم عن العدسة.

■ **قانون التكبير في العدسات الكروية** $m=\frac{h_i}{h_o}=\frac{-d_i}{d_i}$

أي أن تكبير العدسة الكروية هو النسبة بين طول الصورة الى طول الجسم ، ويساوي حاصل قسمة سالب بعد الصورة على بعد الجسم عن العدسة.

■ **قيم التكبير**

$|m| = 1$ (الصورة مساوية)
$|m| < 1$ (الصورة مصغرة)
$|m| > 1$ (الصورة مكبرة)

■ **قواعد الاشارات في معادلة العدسة الكروية الرقيقة**

الاشارة	d_o	d_I	f	h	m
+	الجسم حقيقي	الصورة حقيقية	البؤرة حقيقية (عدسة محدبة)	الجسم أو الصورة معتدلة	الصورة تقديرية
-	الجسم تقديري	الصورة تقديرية	البؤرة تقديرية (عدسة مقعرة)	الجسم أو الصورة مقلوبة	الصورة حقيقية

مقارنة بين خصائص الصور المتكونة فى العدسات والمرايا الكروية

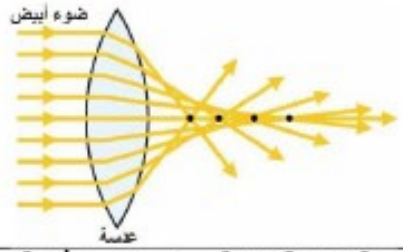
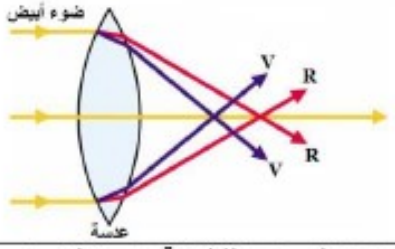
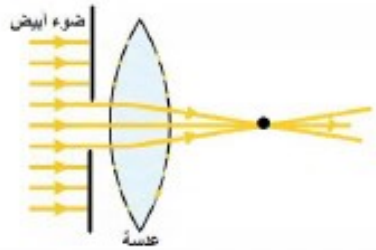
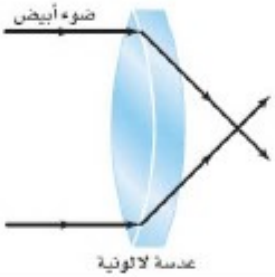
خصائص الصور المتكونة في العدسات الكروية

نوع العدسة	f	d_o	d_i	m	الصورة
محدبة	+	$d_o>2f$	$2f>d_i>f$	مصغرة مقلوبة	حقيقية
		$2f>d_o>f$	$d_i>2f$	مكبرة مقلوبة	حقيقية
		$f>d_o>0$	$\lvert d_i\rvert>d_o$ سالب	مكبرة	وهمية
مقعرة	-	$d_o>0$	$\lvert f\rvert>\lvert d_i\rvert>0$	مصغرة	وهمية

خصائص الصور المتكونة في المرايا الكروية

نوع المرآة	f	d_o	d_i	m	الصورة
مقعرة	+	$d_o>r$	$r>d_i>f$	مصغرة ومقلوبة	حقيقية
		$r>d_o>f$	$d_i>r$	مكبرة ومقلوبة	حقيقية
		$f>d_o>0$	$\lvert d_i\rvert>d_o$ (سالب)	مكبرة	وهمية
محدبة	-	$d_o>0$	$\lvert f\rvert>\lvert d_i\rvert>0$ (سالب)	مصغرة	وهمية

عيوب العدسات الكروية

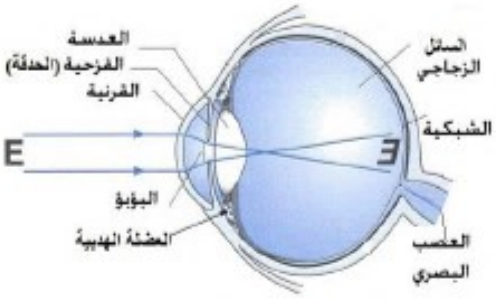
وجه المقارنة	الزيغ الكروي	الزيغ اللوني
المفهوم	**عدم قدرة العدسة الكروية على تجميع الأشعة المتوازية جميعها في نقطة واحدة**. حيث تتجمع الأشعة الضوئية المتوازية القريبة من المحور الرئيسي في البؤرة، بينما تتجمع الأشعة البعيدة في نقاط أقرب للعدسة ، فتكون العدسة نتيجة لذلك صور مشوشة وغير واضحة. 	**تركيز الضوء المار خلال العدسات في بؤرات مختلفة لكل لون من ألوان الطيف**، لأن الأطوال الموجية المختلفة للضوء تنكسر بزوايا مختلفة، فتكون العدسة نتيجة لذلك صورا محاطة بحزم ملونة. 
العلاج	- استخدام حزمة ضوئية ضيقة ، حتى تكون الأشعة الضوئية الساقطة قريبة من المحور الرئيسي. - استخدام العديد من العدسات معا. 	- استخدام العدسات اللالونية وهي نظام يتكون من عدستين محدبة ومقعرة لهما معاملا انكسار مختلفين. 

5-2 :تطبيقات على العدسات

أولا: العدسات فى العينين

■ **آلية حدوث الرؤية في العين وتكون الصور:**

1- ينتقل الضوء من الجسم الى داخل العين عبر القرنية.
2- يمر الضوء الى العدسة والتي تعمل على تكوين صورة للجسم على الشبكية في مؤخرة العين.
3- تمتص خلايا الشبكية (القضبانية والمخروطية) المعلومات الضوئية وترسلها للدماغ عبر العصب البصري.



■ **وظيفة أجزاء العين:**

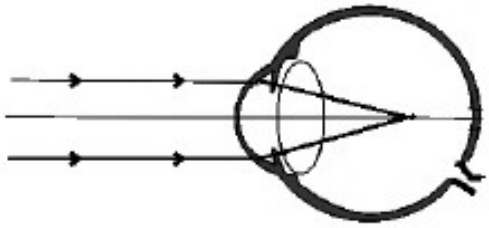
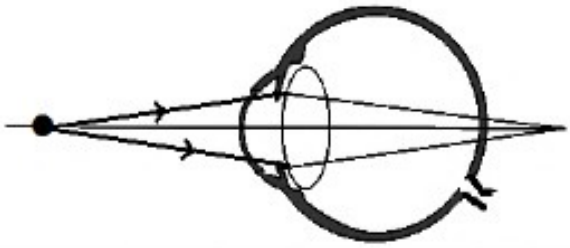
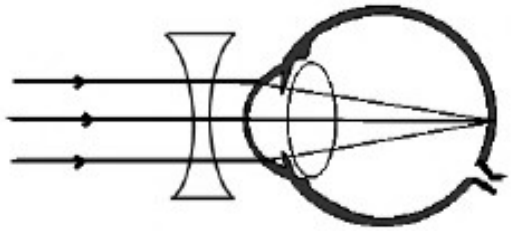
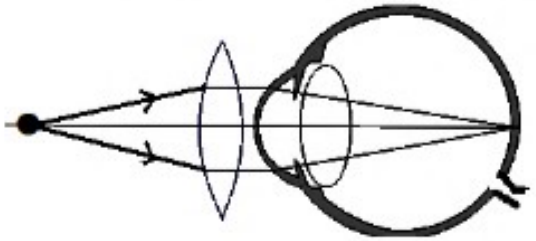
أ- **العضلات المحيطة بالعين**: تعمل على انقباض وانبساط عدسة العين (عملية التكيف) وبالتالي تغيير بعدها البؤري.

ب- **القرنية:** الجزء المسئول عن تجميع الضوء الداخل الى العين في البداية **لأن الفرق بين معامل انكسار الضوء في الهواء ومادة القرنية كبير نسبيا.**

ت- **العدسة**: الجزء المسؤول التجميع الدقيق للضوء وبالتالي رؤية الأجسام القريبة والبعيدة بوضوح تام.

ملاحظة : حساسية العين للألوان مختلفة ، فهي كبيرة للضوء الأصفر والأخضر، بينما حساسيتها للضوء الأحمر والأزرق أقل بنسبة 10% من حساسيتها القصوى.

■ **عيوب الابصار**

وجه المقارنة	قصر النظر	طول النظر
المفهوم	عدم قدرة الشخص المصاب على رؤية الأجسام البعيدة بوضوح.	عدم قدرة الشخص المصاب على رؤية الأجسام القريبة بوضوح.
السبب	تكون الصور أمام الشبكية، لأن البعد البؤري لعدسة عين المصاب أقل من العين السليمة. 	تكون الصور خلف الشبكية، لأن البعد البؤري لعدسة عين المصاب أكبر من العين السليمة. 
العلاج	استخدام عدسة مقعرة (نظارة أو عدسة لاصقة). 	استخدام عدسة محدبة (نظارة أو عدسة لاصقة) 

علل: يقوم الشخص المصاب بطول النظر بقبض عضلات العين عند النظر للأجسام القريبة.
ج: لأن انقباض العضلات المحيطة بالعدسة يعمل على تقليل البعد البؤري لعدسة العين فتجعل الصور تتركز على الشبكية .

ثانيا : المقراب (التلسكوب الكاسر)

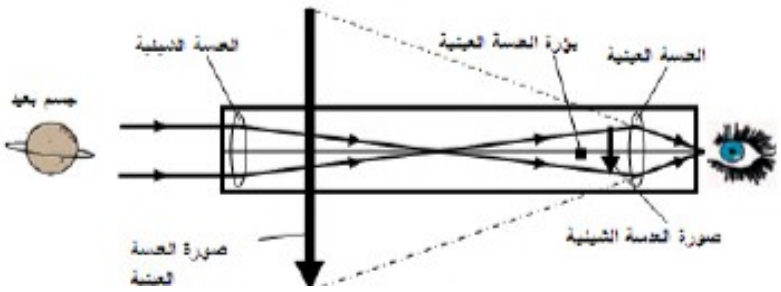
■ **استخدامه**: تقريب الأجسام البعيدة وتكبير صورها.

■ **طريقة عمله**:

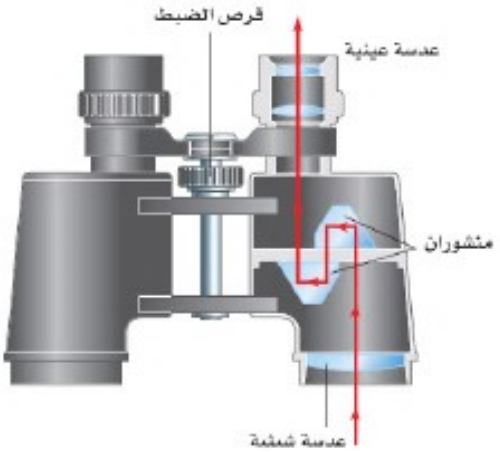
1- تسقط الأشعة القادمة من الجسم البعيد جدا متوازية على العدسة الشيئية للمقراب، فتتكون صورة حقيقية مقلوبة مصغرة عند بؤرة العدسة الشيئية. وتقع الصورة المتكونة بين العدسة العينية وبؤرتها .

2- تعتبر الصورة المتكونة جسما بالنسبة للعدسة العينية، فتتكون لها صورة تقديرية مكبرة ومعتدلة (أي مقلوبة بالنسبة للجسم الأصلي).

علل: تستخدم عدسات عينية محدبة لالونية دائما في المقراب.
ج: للتخلص من الزيغ اللوني. (ازالة الألوان المحيطة بالصور المتكونة).



ثالثا: المنظار

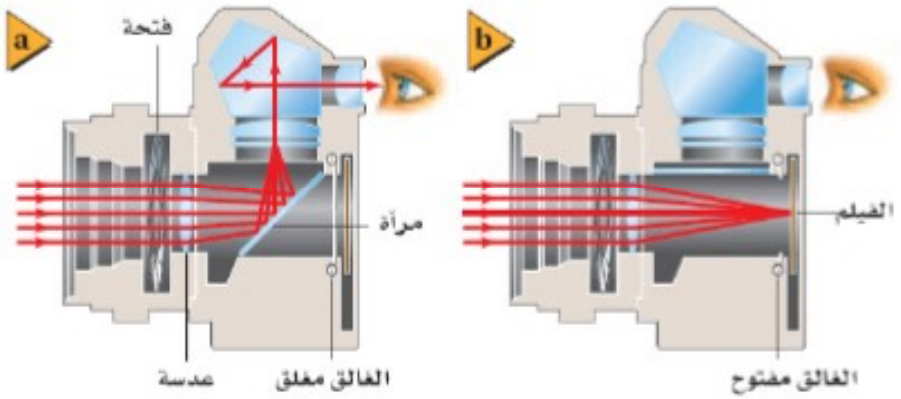


- **استخدامه**: تقريب الأجسام البعيدة وتكبير صورها.
- **طريقة عمله**:
  1- يدخل الضوء العدسة الشيئية وتتكون صورا حقيقية مقلوبة.
  2- يتم قلب الصورة المتكونة لتصبح معتدلة بالنسبة للناظرعن طريق منشورين باستخدام ظاهرة الانعاس الكلي الداخلي.
- **وظيفة المنشورين**:
  1- قلب الصورة لتصبح معتدلة.
  2- اطالة مسار انتقال الضوء وتوجيهه للعدسة العينية للمنظار.
  3- تحسين الرؤية الثلاثية الأبعاد للأجسام البعيدة من خلال اطالة المسافة الفاصلة بين العدستين الشيئيتين.

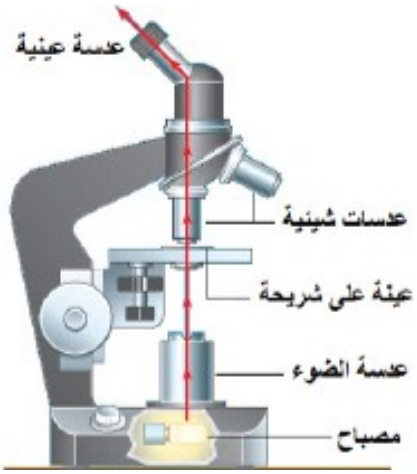
رابعا: آلات التصوير

- **طريقة عملها**:

1- يدخل الضوء من فتحة العدسة لتصل الى العدسة المحدبة اللالونية ، فتتكون صورا مقلوبة على المرآة العاكسة.
2- تعكس المرآة العاكسة الصورة باتجاه المنشور والذي يقوم بقلبها مرة أخرى وتوجيهها للعين لتبدو معتدلة .
3- عندما يتم التقاط الصورة (أي ضغط الزر الغالق) ، تتحرك المرآة من مكانها لحظيا، لينتقل الضوء في خط مستقيم ، فيسقط على الفلم مكونا الصورة.



خامسا: المجهر



- **استخدامه** : مشاهدة الأجسام الصغيرة وتكبير صورها.
- **طريقة عمله**:

1- يوضع الجسم بين بؤرة العدسة الشيئية وضعفي البعد البؤري فتتكون له صورة حقيقية مقلوبة مكبرة.
2- تقع الصورة المتكونة بين العدسة العينية وبؤرتها ، وتعتبر جسما بالنسبة للعدسة العينية، فتتكون لها صورة تقديرية مكبرة ومعتدلة (مقلوبة بالنسبة للجسم الأصلي).

تدريبات متنوعة على العدسات وتطبيقاتها

تدريب1: وضع جسم طوله 3cm على بعد 15cm أمام عدسة مجمعة ، فتكونت له صورة حقيقية على بعد 10cm من العدسة. أجب عما يلي:

أ- احسب البعد البؤري للعدسة.

.....

.....

.....

ب- اذا استبدلت العدسة الأصلية ، ووضع مكانها عدسة أخرى لها ضعف البعد البؤري ، فحدد موضع الصورة و طولها واتجاهها.

.....

.....

.....

.....

.....

تدريب2: وضع جسم بالقرب من عدسة مفرقة بعدها البؤري 15cm، فتكونت له صورة طولها 2cm على بعد 5cm من العدسة.

أ- احسب بعد الجسم عن العدسة ؟ وما طوله ؟

.....

.....

.....

.....

.....

ب- اذا استبدلت العدسة المفرقة ، ووضع مكانها عدسة مجمعة لها البعد البؤري نفسه فما موقع الصورة وطولها واتجاهها؟ وهل هي تقديرية أم حقيقية؟

.....

.....

.....

.....

.....

تدريب3: المجهر (الميكروسكوب)

وضعت شريحة من خلايا البصل على بعد 12mm من عدسة المجهر الشيئية ، فاذا كان البعد البؤري لهذه العدسة 10mm. أجب عما يلي:

أ- احسب بعد الصورة المتكونة عن العدسة.

.....

.....

.....

.....

ب- ما تكبير هذه الصورة؟

.....

.....

ت- تتكون الصورة الحقيقية على بعد 10mm تحت العدسة العينية . فاذا كان البعد البؤري 20mm. فما موقع الصورة النهائية؟

.....

.....

.....

تدريب4:النظارات (طول النظر)

يجب أن يكون الكتاب على بعد 25cm من العين لقراءته بوضوح. فاذا كان هناك فتاة تعاني من طول النظر ، وتحتاج أن يكون الكتاب على بعد 45cm من عينيها لقراءته بوضوح ، فما البعد البؤري اللازم لعدستي نظارتها؟

.....
.....
.....
.....

تدريب5: وضع جسم علي بعد 32.0cm من عدسة محدبة بعدها البؤري 8cmاين تتكون الصورة ؟ واذا كان طول الجسم 3cm فما طول الصورة ؟ وهل الصورة معتدلة ام مقلوبة ؟

.....
.....
.....

تدريب6: وضع جسم عن يسار عدسة محدبة بعدها البؤري 25mm فتكونت لة صورة حجمها يساوي حجم الجسم ما بعد كل من الجسم والصورة

.....
.....
.....

تدريب7: تكون لجسم موجود بالقرب من عدسة محدبة صورة حقيقية مقلوبة طولها1.8cm علي بعد 10.4cm منها فإذا كان البعد البؤري للعدسة 6.8cm فما بعد الجسم ؟ وما طوله ؟

.....
.....
.....
.....

تدريب8: اوجد موقع وطول الصورة لجسم طوله 2.0cm موضوع علي بعد 25cmمن عدسة محدبة بعدها البؤري 5.0cm هل الصورة معتدلة ام مقلوبة ؟

.....
.....
.....
.....

تدريب9: وضعت صحيفة علي بعد 6.0cm من عدسة محدبة بعدها البؤري 20.0cm اوجد بعد الصورة المتكونة لها ?

.....
.....
.....

تدريب10 : يريد احد هواة الطوابع تكبير طابع بمقدار 4 مرات عندما يكون الطابع علي بعد 3.5cm من العدسة ما البعد البؤري للعدسة اللازمة ؟

.....
.....
.....

تدريب11: **وضع جسم طوله** 3cm **علي بعد** 20cm **أمام عدسة مجمعة فتكونت له صورة حقيقية علي بعد** 10cm **من العدسة ما البعد البؤري للعدسة ؟**

.....

.....

.....

تدريب12: **وضع جسم علي بعد** 30cm **من عدسة فتكونت لة صورة تقديرية علي بعد** 10cm **منها احسب البعد البؤري وحدد نوع العدسة ؟**

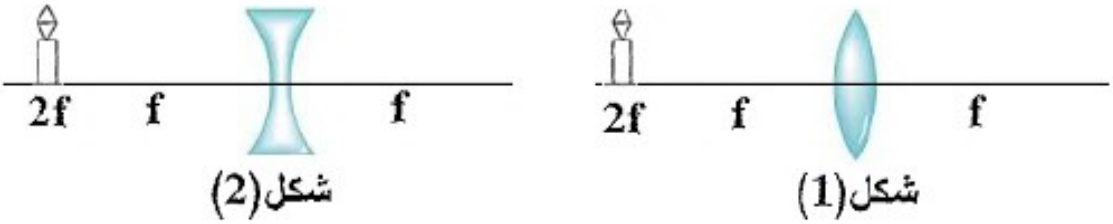
.....

.....

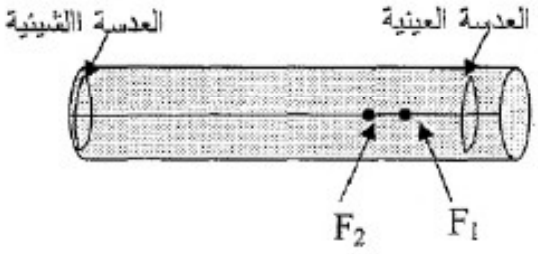
.....

.....

تدريب13: **يوضح الشكل أدناه شمعة مشتعلة وضعت أمام عدسة محدبة كما بالشكل** (1) ، **ثم أمام عدسة مقعرة كما بالشكل** (2) **تتبع مسار الأشعة الصادرة من الشمعة لتكوين صورة في الحالتين:**



تدريب 14: **أجب عن الأسئلة التالية حول المقراب الكاسر المبين في الشكل المجاور:**



1- **ما الفائدة الرئيسية التي يقدمها المقراب عند النظر بواسطته للأشياء ؟**
ج: تقريب الأجسام البعيدة وتكبير صورتها.

2- **حدد على الشكل الموقع الذي تقع فيها عين الناظر.**

3- **تمثل** (F_1,F_2) **بؤرتنا العدستين في المقراب ، أكمل الفراغات أدناه لتحديد أيهما بؤرة العدسة العينية وأيهما بؤرة العدسة الشيئية.**
F_1: بؤرة العدسة الشيئية
F_2: بؤرة العدسة العينية

4- **حدد على الشكل الموقع التقريبي للصورة النهائية.**

تدريب 15: **أجب عن الأسئلة التالية حول المنظار.**

1- **ما الفائدة الرئيسية التي يقدمها المنظار عند النظر بواسطته للأجسام؟**
ج: تكوين صورا مكبرة للأجسام البعيدة

2- **ما عدد العدسات الداخلية في تركيب المنظار وما نوعها؟**
ج: 4 عدسات محدبة.

3- **ما الأدوات المستعملة في المنظار لجعل الصورة تبدو معتدلة؟**
ج: منشورين.

تدريب16: (**اختر**) **تكونت صورة لجسم في مرآة مقعرة ، فاذا كان تكبير الجسم يساوي** (2+)، **فان الجسم يقع:**

أ- **بين البؤرة والمرآة** ب- **بين البؤرة ومركز التكور** ج-**في مركز تكور المرآة** د- **خلف مركز تكور المرآة**

تدريب17: علل لكل مما يلي:

1- **وجود العدسات اللالونية في الأدوات البصرية الدقيقة.**
للتقليل من الزيغ اللوني للعدسات

2- **زيادة المسافة بين العدستين الشيئيتين في المنظار.**
لتحسين الرؤية ثلاثية الأبعاد.

3- **استخدام المرآة العاكسة في آلة التصوير.**
لتحويل الصورة المراد التقاطها الى المنشور ومنه الى الشخص حتى يتمكن من رؤيتها قبل أخذ الصورة.

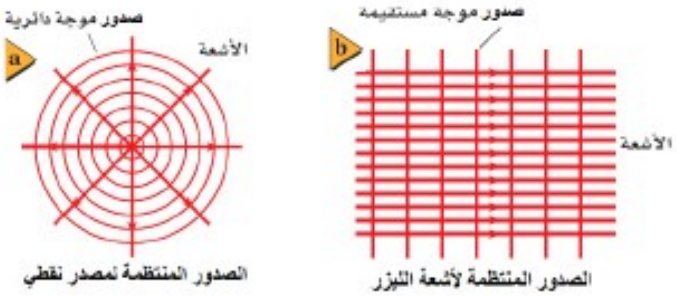
4- **عدم وجود الزيغ اللوني للضوء المار في المرايا بينما يكون موجودا للضوء المار في العدسات.**
لأن الزيغ اللوني يحدث بسبب انكسار الضوء بزوايا مختلفة لاختلاف الأطوال الموجية، بينما في المرايا فان الضوء ينعكس ، والانعكاس لا يتوقف على الطول الموجي.

5- **تستطيع العين تجميع الضوء بشكل أفضل في الضوء الساطع من الضوء الخافت على الرغم من أن بؤبؤ العين يكون صغير بالضوء الساطع.**
لأن أشعة الضوء تتجمع بزوايا ضيقة في حالة الضوء الساطع ، وبالتالي يكون الزيغ اللوني أقل.

الفصل السادس : التداخل والحيود

6-1 :التداخل

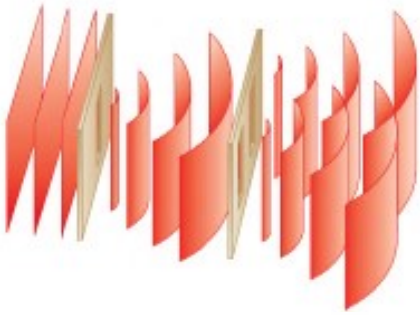
تداخل الضوء المترابط

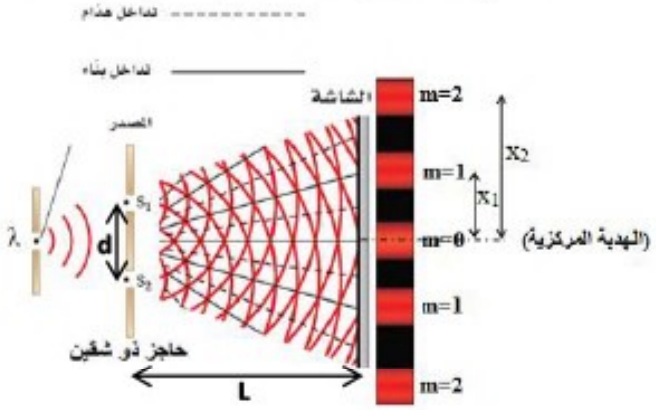


- **الضوء المترابط**: الضوء الناتج من تراكب ضوئي مصدرين أو أكثر لتشكيل صدور موجات منتظمة.
- **أمثلة على الضوء المترابط**: المصادر النقطية - أشعة الليزر.

تجربة الشق المزدوج ليونج

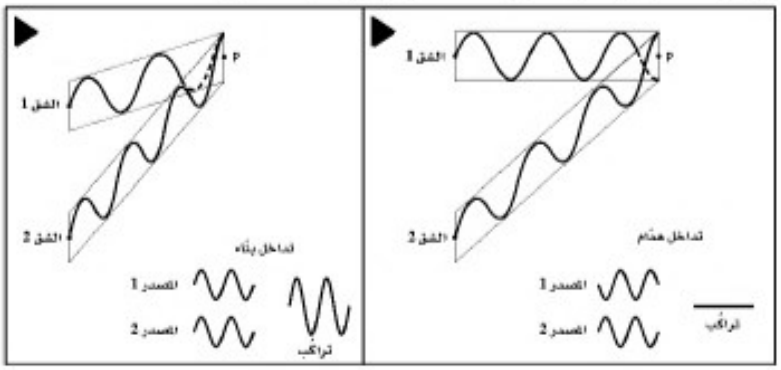
- أسقط يونج ضوء أحادي اللون (ذو طول موجي معين)من مصدر نقطي على حاجز ذو شق ضيق، لينفذ جزءا منه الى حاجز ذو شقين ضيقين ، وذلك للحصول على ضوء مترابط ، فيسقط الضوء الخارج من الشقين على شاشة تبعد مسافة معينة عن الحاجز.





- **الملاحظة**: لاحظ يونج تكون نمط مكون من حزم مضيئة تفصلها فراغات معتمة متساوية الأبعاد تقريبا ، سماها يونج "أهداب التداخل". كما ولاحظ أن الهدبة المركزية تكون مضيئة وتتناقص شدة الأهداب المضيئة كلما ابتعدنا عن الهدب المركزي.

- **التفسير**: تتداخل الموجات الضوئية القادمة من الشقين على الشاشة، فعندما تتلاقى قمة احدى الموجتين مع قمة الموجة الأخرى ، والقاع مع القاع، (متفقتان في الطور) يحدث تداخل بناء (تقوية)، فتتكون أهدابا مضيئة. وعندما تتلاقى قمة احدى الموجتين مع قاع الموجة الأخرى (متعاكستان في الطور) يحدث يحدث تداخل هدمي، فتتكون أهدابا معتمة.
وقد أثبت توماس يونج من هذه التجربة أن للضوء خصائص موجية (التداخل)



■ قياس الطول الموجي للضوء :

يحدث التداخل البنائي (الهدبات المضيئة) على الشاشة عند مواقع معينة على جانبي الهدبة المركزية ، يمكن حسابها باستخدام المعادلة التالية:

$$m\lambda = \frac{x_m d}{L}$$

حيث : m : رتبة الهدبة المضيئة (.....m=0,1,2,3)
فمثلا عند m=0 (الهدبة المركزية) ، m=1 (الهدبة المضيئة من الرتبة الأولى) ، m=2 (الهدبة من الرتبة الثانية)
X_m : المسافة بين الهدبة المركزية وهدبة مضيئة ذات رتبة معينة.
d : المسافة بين الشقين.
L : المسافة بين الحاجز ذو الشقين والشاشة.
λ: الطول الموجي للضوء المراد قياسه.

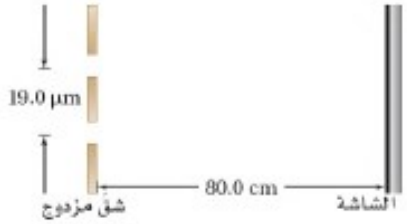
فبالنسبة للهدبة المضيئة من الرتبة الأولى نضع (m=1) في القانون السابق ، ومن خلاله يمكن حساب الطول الموجي للضوء الساقط في تجربة الشق المزدوج ليونج.

$$\lambda = \frac{x_1 d}{L}$$

حيث : X_1 : المسافة بين الهدبة المركزية والهدبة المضيئة من الرتبة الأولى.
d : المسافة بين الشقين.
L : المسافة بين الحاجز ذو الشقين والشاشة.
λ: الطول الموجي للضوء المراد قياسه.

تدريبات متنوعة على تجربة الشق المزدوج ليونج

تدريب1 : يسقط ضوء على شقين متباعدين بمسافة 19 µm، ويبعدان عن الشاشة 80cm، فاذا كان الهدب المضيء ذو الرتبة الأولى يبعد 1.9 cm عن الهدب المركزي المضيء فما مقدار الطول الموجي للضوء؟



.....
.....
.....
.....
.....
.....

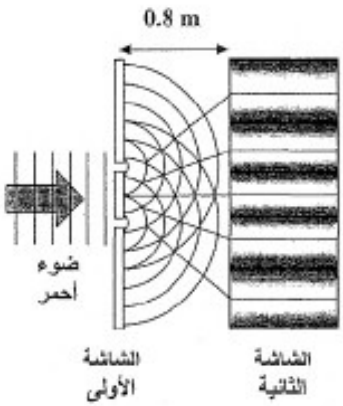
تدريب 2: في تجربة يونج ، أسقطت حزمة ضوئية وحيدة اللون على شريحة تحوي شقان يبعد أحدهما عن الآخر مسافة $10\mu m$ فتكونت أهداب واضحة على شاشة تبعد عن $1m$ الشقين ، ووجد أن الهدب المضيء ذا الرتبة الأولى يبعد $66mm$ عن الهدب المضيء المركزي، ما الطول الموجي للضوء المستخدم؟

.....
.....
.....
.....

تدريب3: (اختر الاجابة الصحيحة) يحدث التداخل الهدمي عند تراكب موجتين فرق المسار بينهما يساوي :

أ- λ ب- 3λ ج- 5λ د- $\frac{1}{4}\lambda$

تدريب4 : **يمثل الشكل أدناه تجربة يونج، حيث سلط ضوء أحمر أحادي اللون طوله الموجي 700nm على الشاشة الأولى والتي بها شقين ضيقين يبعدان عن بعضهما مسافة قدرها 0.020 m، فتكون نمط للتداخل على شاشة تبعد عن الشاشة الأولى 0.8 m. أجب عن الأسئلة التالية:**



1- **ما الذي أثبته توماس يونج من هذه التجربة؟**
أثبت أن للضوء خصائص موجية (التداخل)

2- **كيف ولد توماس يونج ضوءا مترابط من ضوء غير مترابط**
وضع حاجزا ضوئيا ذا شق ضيق أمام مصدر ضوئي أحادي اللون.

3- **صف الشكل المتكون على الشاشة الثانية .**
يتكون نمط مكون من حزم مضيئة وحزم معتمة تفصلها مسافات متساوية تسمى أهداب التداخل وتكون الهدبة المركزية مضيئة

4- **احسب المسافة بين الهدب المركزي المضيء والهدب المضيء ذا الرتبة الأولى .**

.....
.....
.....
.....
.....
.....

5- **ما التغير الذي يطرأ على التجربة اذا سلط ضوء ابيض على الشاشة الأولى بدلا من الضوء الأحمر.**

صيغة أخرى للسؤال: صف نمط التداخل الناتج عند استعمال ضوء أبيض.
تظهر أطياف ملونة بدلا من الحزم المضيئة والمعتمة وتكون الهدب المركزي أبيض دائما.

تدريب4: يمكن ايجاد الطول الموجي لضوء أحادي اللون في تجربة الشق المزدوج من المعادلة $m\lambda = \frac{x_m d}{L}$ **. أجب عن الأسئلة التالية حول هذه التجربة:**

1- **ما دلالة كل من الرموز التالية في المعادلة:**
X= المسافة بين هدبتين متتاليتين
d=المسافة بين الشقين
L= المسافة بين الحاجز ذو الشقين والشاشة

2- **ماذا يسمى الهدب الناتج عندما :**
m=0 الهدب المركزي المضيء
m=1 هدب الرتبة الأولى

3- **ما عدد الأهداب الناتجة عندما** m=1 ؟
اثنان

التداخل في الأغشية الرقيقة

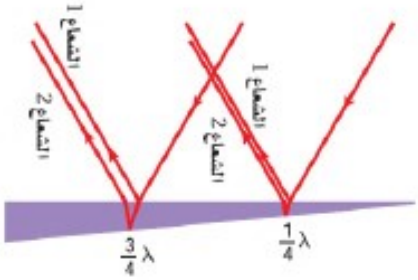
■ **التداخل في الأغشية الرقيقة**: الظاهرة التي ينتج عنها طيف الألوان بسبب التداخل البنائي و التداخل الهدمي.

■ **علل: ظهور ألوان الطيف على فقاقيع الصابون أو الغشاء الزيتي العائم على سطح التجمعات المائية الصغيرة أو جناحي الفراشة.**

ج: وذلك نتيجة للتداخل البنائي والهدمي للموجات الضوئية المنعكسة عن الغشاء الرقيق.

فاذا سقط شعاع ضوئي على غشاء صابون رقيق كالموضح بالشكل مثلا. ينعكس جزء من الشعاع الضوئي عند السطح الأول (الشعاع 1) ، بينما ينفذ الجزء الآخر، لينعكس عن السطح الخلفي (الشعاع 2).

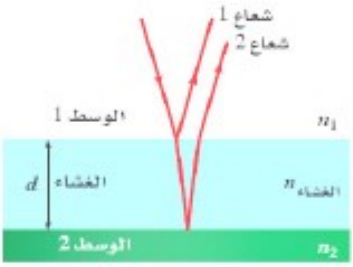
تتداخل الأشعة المنعكسة عن السطحين تداخلا بنائيا وهدميا بحسب سمك الغشاء و فرق الطور بينهما ، مما يؤدي لتكون ألوان الطيف.



علل: تبدو ألوان الطيف الناتجة في الأغشية الرقيقة وكأنها تتغير وتتحرك.

ج: لأن سمك الغشاء الرقيق لفقاقيع الصابون أو الزيت يتغير مع مرور الزمن

انعكاس عن غشاء رقيق



■ **انعكاس الموجات عند انتقالها بين أوساط مختلفة**

1- تنعكس الموجة مقلوبة (انقلاب في الطور بمقدار 180) عندما تنتقل من وسط معامل انكساره أقل الى أكبر

2- تنعكس الموجة معتدلة (لا يوجد انقلاب في الطور) عندما تنتقل من وسط معامل انكساره أكبر الى أقل.

■ **طريقة حل مسائل الأغشية الرقيقة:**

1- **نرسم الحالة.**

2- **نحدد حالة الموجتين الضوئيتين المنعكستين لحظة تداخلهما، ما اذا كان لهما نفس الطور أو متعاكستين في الطور.**

3- **نستخدم المعادلات التالية لايجاد المطلوب:**

أ- **اذا كانت الموجتان مختلفتان في الطور:**

- في حالة التداخل البناء (تقوية في الضوء)

$$2d = (m + \frac{1}{2}) \frac{\lambda_{\circ}}{n_{غشاء}}$$

- في حالة التداخل الهدمي (اضعاف للضوء)

$$2d = m \left(\frac{\lambda}{n_{غشاء}}\right)$$

ب- **اذا كانت الموجتان متفقتان في الطور:**

- في حالة التداخل البناء (تقوية في الضوء)

$$2d = m \left(\frac{\lambda}{n_{غشاء}}\right)$$

- في حالة التداخل الهدمي (اضعاف للضوء)

$$2d = (m + \frac{1}{2}) \frac{\lambda_{\circ}}{n_{غشاء}}$$

4- **لايجاد أقل سمك للغشاء الرقيق الذي حدث عنده التداخل نضع** (m=0) ، **ولايجاد السمك الذي يليه نضع** (m=1) ، **وهكذا**

m = 0,1,2,3,...

مسائل متنوعة على التداخل فى الأغشية الرقيقة

تدريب1: وضعت طبقة (غشاء) رقيقة من زيت على سطح ماء . وعند النظر اليها لوحظ تكون منطقة صفراء مخضرة (λ=555nm). فاذا كان معامل انكسار الزيت 1.45 ، والماء 1.33 ، فما أقل سمك لطبقة الزيت التي تسبب هذا اللون؟

تدريب2: وضع غشاء من فلوريد المغانسيوم معامل انكساره 1.38 عل عدسة زجاجية مطلية بطبقة عاكسة معامل انكسارها 1.52 .
كم يجب أن يكون سمك الطبقة الضرورية لمنع انعكاس الضوء الأصفر المخضر(λ=555nm)؟

تدريب3: ما أقل سمك لغشاء صابون معامل انكساره 1.33 ليتداخل عنده الضوء ذو الطول الموجي λ=521 nm تداخلا بنائيا مع نفسه؟

تدريب4: غشاء بلاستيكي عاكس معامل انكساره 1.83 ، ثبت على نافذة زجاجية ، فاذا علمت أن معامل انكسار الزجاج 1.52 .
أ- ما أقل سمكك لهذا الغشاء ينعكس عنده الضوء الأصفر المخضر (λ=555nm)؟
ب-اذا كان سمك هذا الغشاء لا يمكن صناعته ، فما السمك التالي الذي يحدث التأثير نفسه.

تدريب5: **علل لما يلي**:

1- **تبدو فراشة المورفو الزرقاء اللون بألوان قزحية.**
نتيجة تداخل الضوء في الأغشية الرقيقة في جناحي الفراشة (حيث تتداخل الاشعة الضوئية الناتجة من نتوء مفرد والأشعة المنبعثة من نتوءات متعددة لينتج عنها ألوان قوس قزح)

2- **تبدو فقاقيع الصابون بألوان قزحية.**
نتيجة تداخل الضوء في الأغشية الرقيقة لفقاقيع الصابون

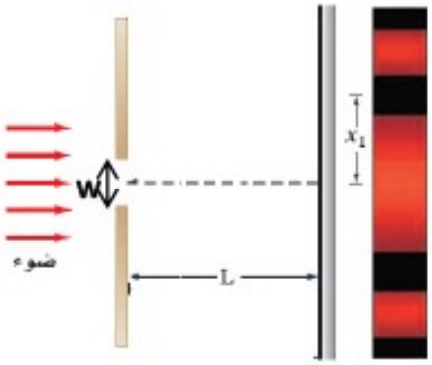
تدريب6 (**اختر**) **ينتج التداخل البناء في الغشاء الرقيق لفقاعة الصابون بسبب**:

أ- **امتصاص بعض ألوان الطيف في الغشاء.**
ب- **انعكاس الضوء على السطح العلوي للغشاء.**
ج- **انقلاب الضوء المنعكس على السطح العلوي للغشاء.**
د- **انقلاب الضوء المنعكس على السطحين العلوي والسفلي للغشاء.**

6-2 :الحيود

حيود الشق الأحادي

- عندما يمر ضوء أحادي ذو طول موجي معين خلال فتحة صغيرة أكبر من الطول الموجي للضوء ، فان الضوء يحيد عن كلتا الحافتين، ليتداخل على شاشة بعيدة مكونا نمط التداخل.
- **نمط الحيود المتكون من الشق الأحادي** : عبارة عن أهداب مضيئة ومعتمة. يكون فيها الهدب المركزي عريض ومضيء ، وتصبح الأهداب أكثر ضيقا وأقل اضاءة على الجانبين.
- يزداد عرض الهدبة المركزية المتكونة عندما يكون الطول الموجي للضوء أكبر.
- عند استخدام الضوء الأبيض يكون النمط المتكون مزيجا من أنماط ألوان الطيف.



■ **قانون الشق الأحادي**:

أ-**حساب البعد بين هدب معتم من رتبة معينة والهدب المركزي** $X_m = \frac{m\lambda L}{w}$

ب-**حساب عرض الهدبة المركزية المضيئة** $2X_1$ = عرض الهدبة المركزية المضيئة

حيث ***m***: رتبة الهدبة المظلمة (m=0,1,2,3,.....)
W: عرض الشق.
X: البعد بين هدبة معتمة من رتبة معينة والهدبة المركزية.
λ: الطول الموجي للضوء المستخدم.
L: البعد بين الشق والشاشة.

مسائل متنوعة على حيود الشق الأحادى

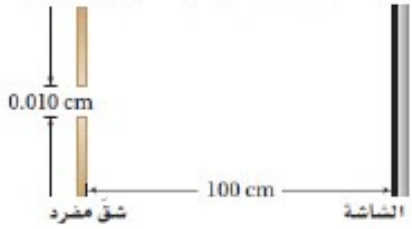
تدريب1: **يسقط ضوء أحادي اللون طوله الموجي** 546nm **على شق مفرد عرضه** 0.095mm . **اذا كان بعد الشق عن الشاشة يساوي** 75cm، **فكم يكون عرض الهدب المركزي المضيء؟**

.....
.....
.....
.....
.....

تدريب2: **سقط ضوء أصفر على شق مفرد عرضه** 0.0295mm **فظهر نمط على شاشة تبعد عنه مسافة** 60cm، **فاذا كان عرض الهدب المركزي المضيء** 24mm، **فما مقدار الطول الموجي للضوء؟**

.....
.....
.....
.....

تدريب3: **يعبر ضوء أحادي اللون خلال شق مفرد عرضه** 0.01cm، **ثم يسقط على شاشة تبعد عنه مسافة** 100cm، **كما بالشكل الموضح.**



فاذا كان عرض الهدب المركزي المضيء 1.2 cm، **فما مقدار الطول الموجي للضوء؟**

.....
.....
.....
.....
.....

تدريب4: **سقط ضوء أبيض على شق مفرد عرضه** 0.050mm، **فاذا وضعت شاشة على بعد**1m **منه ، ووضع طالب مرشحا أزرق – بنفسجيا** (λ=441nm)**على الشق،ثم وضع مرشحا أحمر** (λ=622nm)، **ثم قاس الطالب عرض الهدب المركزي المضيء ، أجب عن السؤالين التاليين:**

أ- أي المرشحين ينتج هدبا ضوئيا أكثر عرضا. **ب- احسب عرض الهدب المركزي المضيء لكل من المرشحين.**

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

تدريب5: **يمر ضوء طوله الموجي** 4.5×10^{-5} cm **خلال شق مفرد ويسقط على شاشة تبعد** 100cm. **فاذا كان عرض الشق** 0.015cm، **فما مقدار المسافة بين مركز النمط والهدب المعتم الأول؟**

.....
.....
.....
.....

تدريب6: **يمر ضوء أحادي اللون طوله الموجي** 425nm **خلال شق مفرد، ويسقط على شاشة تبعد** 75cm. **فاذا كان عرض الحزمة المركزية المضيئة** 0.60 cm ، **فما عرض الشق؟**

.....
.....
.....
.....

تدريب7: **عند مرور الضوء خلال فتحة صغيرة فانه يحيد ، وتتكون سلسلة من الأهداب المضيئة والمعتمة على شاشة ، بين ما يحدث لعرض الحزمة المضيئة في حيود الشق المفرد في كل من الحالت التالية:**

1- **زيادة قطر الشق:** .....
2- **زيادة الطول الموجي للضوء:** .....
3- **نقصان البعد بين الشق والشاشة:** .....

تدريب8: اختر الاجابة الصحيحة لكل مما يلي:

1- **أي مما يأتي يظهر في حيود الشق المفرد:**

أ- **حزمة مركزية ، وعلى جانبها حزمتين معتمتين.** ب- **سلسلة متساوية من الحزم المضيئة.**

ج-**حزمة مركزية معتمة ، وعلى جانبيها حزمتين مضيئتين.** د- **حزمة واحدة عريضة ومضيئة.**

2- **عندما تمر موجة من ثقب ما أو حافة حادة فانها تعاني:**

أ- **تداخلا** ب- **حيودا** ج- **انكسارا** د- **انعكاسا**

محزوزات الحيود

- **محزوز الحيود**: أداة مكونة من عدد كبير من الشقوق المفردة المتقاربة جدا ، تسبب حيود الضوء، وتكون نمط حيود ناتجا عن تراكب الأنماط الناتجة عن شق أحادي.
- **نمط الحيود المتكون بواسطة محزوز الحيود**: عبارة عن أهداب مضيئة ضيقة تفصلها مسافات متساوية. وكلما زاد عدد الشقوق في وحدة الطول أصبحت الأهداب أكثر ضيقا في نمط الحيود.

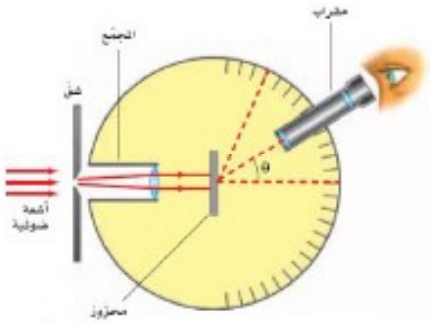
أنواع محزوزات الحيود

1- **محزوز النفاذ**: محزوز يصنع بعمل خدوش (خطوط) رقيعة جدا على الزجاج المنفذ للضوء، بواسطة رأس من الألماس، وتعمل الفراغات بين الخدوش كالشقوق. (مثال: المجوهرات تصنع أحيانا في صورة محزوز نفاذ وينشأ عنها أطيافا ضوئية)

2- **المحزوز الخشائي (محزوز طبق الأصل)**: محزوز يصنع بضغط صفيحة رقيقة من البلاستك على محزوز زجاجي، ثم يتم سحب الصفيحة ويبقى أثر على سطحها مماثل للمحزوز الزجاجي.

3- **محزوزات الانعكاس**: محزوز يصنع عن طريق حفر خطوط رقيعة جدا على طبقة معدنية أو على سطوح الزجاج العاكس. مثال: CD أو DVD يعتبر محزوز انعكاس حيث يتكون طيف من الألوان عندما ينعكس الضوء الأبيض عنها.

قياس الطول الموجي للضوء باستخدام محزوز الحيود والمطياف



- **المطياف**: هو جهاز يستخدم لقياس الأطوال الموجية للضوء في وجود محزوز الحيود.
- **طريقة استخدام المطياف**: يبعث المصدر المراد تحليله (أو قياس طوله الموجي) ضوءا باتجاه الشق، فينفذ الضوء ويسقط على محزوز الحيود، فينتج المحزوز نمط حيود يمكن مشاهدته بمقراب المطياف.
- **قانون حساب الطول الموجي باستخدام محزوز الحيود**:

❖ يحدث التداخل البنائي بواسطة محزوز الحيود عند زوايا معينة على جانبي الخط المركزي المضيء ويمكن حسابها باستخدام العلاقة:

$$m\lambda = d\sin\theta$$

حيث: m: رتبة الهدبة المضيئة (.....,m=0,1,2,3,4)
λ: الطول الموجي للضوء المستخدم.
d: المسافة الفاصلة بين الشقوق في محزوز الحيود.
θ: الزاوية التي تقع عندها هدبة من رتبة معينة.

❖ فبالنسبة للهدبة المضيئة من الرتبة الأولى نضع (m=1) في القانون السابق ، ومن خلاله يمكن حساب الطول الموجي للضوء الساقط

$$\lambda = d\sin\theta$$

أي أن الطول الموجي للضوء يساوي المسافة الفاصلة بين الشقوق مضروبة في جيب الزاوية ، حيث يتكون الهدب المضيء ذو الرتبة الأولى.

❖ يمكن حساب المسافة الفاصلة بين الشقوق d في محزوز الحيود من خلال العلاقة :

$$d = \frac{\text{طول المحزوز}}{\text{عدد الشقوق}}$$

تدريبات متنوعة على محزوز الحيود

تدريب1: يستعمل في جهاز المطياف محزوز حيود يحوي 12000/ cm خط . أوجد الزوايا التي توجد فيها الأهداب المضيئة ذات الرتبة الأولى لكل من الضوء الأحمر الذي طوله الموجي 632nm، وللضوء الأزرق الذي طوله الموجي 421nm.

.....

.....

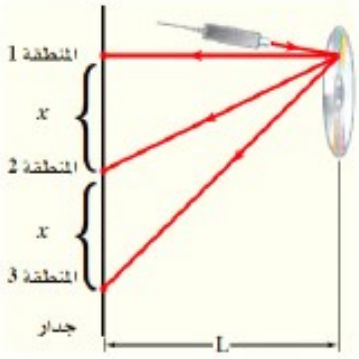
.....

.....

.....

.....

تدريب2: سقط شعاع ضوئي أخضر اللون طوله الموجي 532nm على قرص DVD فتكونت ثلاث بقع مضيئة على الحائط. فاذا كان البعد بين البقع على الحائط يساوي 1.29m. فاحسب التباعد بين الشقوق على قرص DVD . علما بأن الحائط يبعد مسافة 1.25m عن القرص.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....